

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

E. A. P. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Uso de la metodología six sigma como referencia para
la optimización de un área de mantenimiento de planta**

TESIS

para optar título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Percy Roberto Prieto Matzuki

ASESOR

Carlos Shigyo Ortiz

Lima-Perú

2008

**“USO DE LA METODOLOGIA SIX SIGMA COMO
REFERENCIA PARA LA OPTIMIZACION DE UN AREA
DE MANTENIMIENTO DE PLANTA”**

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, amigos,
profesores y mentores, quienes me
guían y orientan a cada momento.

A Dios, por estar siempre presente
en cada uno de mis proyectos
apoyándome constantemente.

INDICE GENERAL

	Pagina
INDICE DE ILUSTRACIONES	v
OBJETIVO	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO I: SOBRE LA EMPRESA.	1
• Sector y actividad económica	1
• Concepción de Cliente o Producto.	3
• Perfil organizacional y principios empresariales	4
• Unidades de Negocio.	7
• Entidades participantes en el modelo de negocio	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO SIX SIGMA Y MANTENIMIENTO.	11
SIX SIGMA	11
• El significado Six Sigma.	11
• Los seis principios de Six Sigma	15
• Determinar el nivel Sigma	17
• Método de resolución de problemas.	20
• Herramientas de mejora del Six Sigma	24
• Equipo de mejora Six Sigma	25
• Estrategia de Implantación del Six Sigma	27

	Pagina
MANTENIMIENTO	32
• Definición de Mantenimiento	32
• Objetivos de Mantenimiento.	34
• Método de Implementación de la Gestión de Mantenimiento	35
• Clasificación de Fallas.	35
• Tipos de Mantenimiento (Preventivo y Correctivo)	36
CAPITULO III: DEFINIR Y MEDIR.	39
DEFINIR	39
• Identificar y validar la oportunidad de mejora definiendo los requisitos determinantes del cliente.	39
• Identificar la oportunidad comercial.	43
• Representar los procesos.	48
• Identificar ganancias rápidas.	59
MEDIR	89
• Identificar indicadores de entrada, proceso y salida.	89
• Desarrollar el plan de medición y Recopilar Datos.	91
• Representar y analizar datos.	95
• Determinar el rendimiento sigma.	107
• Análisis de la Capacidad del Proceso.	111
• Recopilar otros datos de rendimiento de referencia	115

CAPITULO IV: ANALIZAR Y MEJORAR.	117
ANALIZAR	117
• Encontrar los principales “problemas” mediante el Diagrama de Pareto.	117
• Analizar histogramas por tipo de proceso	121
• Elaborar el enunciado del problema (voz del cliente) y desarrollar un diagrama Causa Efecto.	123
• Elaborar un diagrama de dispersión de acuerdo a las causas que se obtuvieron en el diagrama de Causa-Efecto.	130
• Elaborar la Matriz de Causa Efecto del proceso de Mantenimiento.	137
• Análisis de Modalidades y Efectos de Falla.	143
• Elaborar Modelos Estadísticos (Regresión por diagrama de Dispersión y ANOVA)	148
MEJORAR	158
• Recordar los problemas encontrados a lo largo de toda la Tesis (No incluye ganancias rápidas)	158
• Generar Ideas de Mejora mediante el desarrollo de un Diagrama de Afinidades.	159
• Elaborar una Matriz de Evaluación.	161
• Implementar los cambios	163

	Pagina
CAPITULO V: CONTROLAR.	178
• Desarrollar un esquema general de los nuevos procesos que se llevan a cabo en el área de mantenimiento.	178
• Desarrollar procedimientos para los principales procesos	183
• Desarrollar un sistema de control de procesos de mantenimiento.	188
• Implementar un procedimiento ínter diario para el control de nuestros procesos.	194
• Elaborar un tablero de mando para el área de mantenimiento	197
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	199
BIBLIOGRAFIA.	204

INDICE DE ILUSTRACIONES

	FIGURAS	Pagina
1	Vista Excel de revisión de las maquinas en talleres	41
2	Imágenes de auditorias en talleres	42
3	Banco de pruebas de transmisiones	42
5	Esquema matriz amenazas y oportunidades	44
6	Porcentaje de trabajos que realiza el área de mantenimiento.	48
7	Flujo del proceso de mantenimiento preventivo.	51
8	Flujo del proceso de calibración de herramientas	52
9	Flujo del proceso de atención de BackLogs	54
10	Flujo del proceso de mantenimiento correctivo maquinas	57
11	Flujo del proceso mantenimiento correctivo herramientas	58
12	Organigramas y comunicación de la jefatura de mantenimiento	60
13	La estructura organizacional de la empresa	61
14	Porcentaje de trabajos que realiza el área de mantenimiento.	62
15	Flujograma detallado del proceso de compras.	63
16	Proceso de compras de la división	65
17	Procedimiento de compras no emergencia (propuesto)	66
18	Procedimiento de compras emergencia (propuesto)	67
19	Vistas Excel de registro de información	68
20	Vistas Excel de programas de mantenimiento preventivo.	72
21	Vista Access de control de BackLogs.	73
22	Vista Access de control de pedidos Logística.	73
23	Vista Access de informes de seguimiento.	74
24	Vista Access de control de calibración herramientas	76
25	Vista Access de informes seguimiento herramientas pendientes de calibración.	77
26	Vista Access de informes relación de herramientas por área.	77
27	Proporción cucharada de polvo y cilindro de aceite.	79

	FIGURAS	Pagina
28	Proporción 286 Kg./año y 9 Kg./año.	80
29	PROCESO AS IS: (Mantenimiento Dializa y entrega a los demás Talleres)	81
30	PROCESO TO BE: (Almacén Dializa y entrega a los demás Talleres)	81
31	Imágenes sala de diálisis de aceites.	81
32	Uso actual de herramientas.	82
33	Imágenes del proceso de verificación de herramientas.	84
34	Imágenes manómetros en bancos de pruebas.	85
35	Imágenes listas de verificación de armado.	85
36	Porcentaje de tiempos obtenido de ganancias rápidas.	88
37	Personal involucrado en recopilación de datos.	91
38	Ubicación en RED de la base de datos Access.	92
39	Formatos usados para recopilación de datos.	93
40	Registro por fechas de la base de datos.	94
41	Morosidad de órdenes de trabajo.	95
42	Otros intervalos de morosidad.	96
43	Lead time con posibilidades de mejora.	97
44	Grafica de valores medios para el proceso general	98
45	Grafica de amplitudes para el proceso general	99
46	LEAD 1: Desde la Recepción del Requerimiento hasta el Inicio del Trabajo	100
47	LEAD 2: Desde el Inicio del Trabajo hasta el Inicio de Logística	101
48	LEAD 3: Desde el Inicio de Logística hasta el Fin de Logística (Figura 48)	102
49	LEAD 4: Desde el Fin de Logística hasta el Fin del Trabajo	103

	FIGURAS	Pagina
50	LEAD 5: Desde que se Recibe el Requerimiento hasta el Fin del Trabajo	104
51	Muestras donde no interviene el proceso logístico	104
52	Exploración de Datos Lead 3	106
53	Histograma por grupos Lead 3.	106
54	Capacidad del Proceso General	111
55	Capacidad del Proceso Lead 3	112
56	Capacidad del Proceso Reposición de Herramientas	113
57	Capacidad del Proceso Compras	114
58	Capacidad del Proceso Servicios Solicitados a Terceros	114
59	Datos de referencia proceso general	115
60	Datos de referencia proceso logístico	116
61	Histograma por grupos Lead 3.	118
62	Pareto por tipo de atención logística.	118
63	Pareto según tiempo de atención logística.	119
64	Histograma por grupos mas representativos en el Lead 3	120
65	Histograma de Compras - Lead 3.	121
66	Histograma de Servicios- Lead 3.	122
67	Histograma de Herramienta Reposición- Lead 3.	122
68	Espina de pescado general.	124
69	Espina de pescado detallada.	125
70	Espina de pescado detalle logística.	126
71	Espina de pescado detalle coordinación.	126
72	Espina de pescado detalle de actividades que no pertenecen a mantenimiento.	127
73	Espina de pescado detalle de información técnica faltante.	128
74	Espina de pescado detalle del personal y las herramientas.	128

	FIGURAS	Pagina
75	Espina de pescado detalle de la cantidad de mantenimientos correctivos.	129
76	Grafico de dispersión compras	135
77	Grafico de dispersión reposición de herramientas	135
78	Grafico de dispersión servicios	136
79	Grafico de dispersión proceso logístico completo	136
80	Proceso de mantenimiento	138
81	Proceso de logística	141
82	Regresión lead 6 vs. OTs abiertas	149
83	Regresión compras vs. Nivel de dificultad	150
84	Regresión reposición de herramientas vs. Nivel de dificultad	150
85	Regresión servicios de terceros vs. Nivel de dificultad	151
86	Regresión todo el proceso logístico vs. Nivel de dificultad	151
87	Regresión OTS incompletas vs. OTS abiertas	152
88	Diagrama de afinidades	160
89	Diagrama de Gantt	164
90	Comunicación interna de la nueva organización	171
91	Administración de herramientas de uso común y uso personal:	180
92	Mantenimientos preventivos y correctivos de herramientas y equipos taller.	181
93	Mantenimientos preventivos y correctivos de maquinas taller.	182
94	Nuevo procedimiento de mantenimiento preventivo	183
95	Nuevo procedimiento de mantenimiento correctivo	184
96	Nuevo procedimiento de mantenimiento por condiciones	185
97	Nuevo procedimiento de toma de muestras	186
98	Nuevo procedimiento de compras para mantenimiento	187
99	Control del mantenimiento preventivo	189
100	Control del mantenimiento correctivo	190

	FIGURAS	Pagina
101	Control del mantenimiento por condiciones	191
102	Control del mantenimiento por condiciones	192
103	Control de las compras de mantenimiento	193
104	Procedimiento control de procesos de mantenimiento	196
105	Tablero de mando del área de mantenimiento	198

	TABLAS	Pagina
1	Clasificación Internacional Industrial Uniforme.	2
2	Niveles de desempeño Sigma	14
3	Nivel en sigma a partir de los DPMU (Defectos por Millón de Unidades)	19
4	Oportunidad comercial	43
5	Estado de herramientas en los talleres.	71
6	Actividades que se definieron como pendientes de mantenimiento para auditoria de calidad.	87
7	Conversión de Six Sigma	108
8	Nivel Sigma Lead Total	109
9	Nivel Sigma Lead 5	109
10	Nivel Sigma Lead 3	110
11	Nivel de dificultad compras	131
12	Nivel de dificultad reposición de herramientas	132
13	Nivel de dificultad servicios terceros	134
14	Matriz causa-efecto mantenimiento	139
15	Matriz causa-efecto logística	142
16	Resumen matriz causa-efecto mantenimiento y logística	144
17	Matriz FMEA mantenimiento	145
18	Matriz FMEA logística	146
19	Matriz FMEA mantenimiento – logística	147
20	Matriz de Pugh	162
21	Funciones y responsabilidades personal de mantenimiento	165
22	Checklist control de procesos de mantenimiento	195

RESUMEN

La presente tesis, trata sobre el uso de la metodología Six Sigma para la optimización de un área de mantenimiento de planta. Al estar usando como referencia una metodología los capítulos que aquí se presentan siguen el esquema DMAMC, donde se Define el problema, se Mide el proceso, se Analiza la causa raíz, se Mejora el proceso y por ultimo se Controla el mismo por medio de indicadores de gestión.

En la etapa de Medir se implementan diferentes ganancias rápidas al proceso; esto no implica que la metodología haya cumplido su objetivo, six sigma busca mejorar aquellas causas raíz que no están a la simple vista de las personas que trabajan en el área o gerencia.

Por ultimo la presente tesis propone mejoras así como los controles que deben de llevarse en el área de mantenimiento de planta. Es aquí donde se ve el compromiso de la gerencia y la jefatura del área con el proyecto ya que de ellos depende que las mejoras y el control caminen y den paso a la optimización del proceso.

INTRODUCCION

Hoy en día la optimización de procesos se ha vuelto una gran necesidad en todas las empresas del Perú, es común ver que empresas de todo tipo recurren en la contratación de consultoras o proceden a formar un área de procesos la cual tomar como referencia un sistema o metodología.

Sin duda iniciar un proceso de optimización es complejo y en muchos casos sin la experiencia previa o el consejo respectivo, el uso de una metodología puede ser imposible para algunos profesionales, aquí se puede detectar que es necesaria una base teórica que pueda ser usada para conocer la aplicación de la metodología a implementarse.

Es aquí donde la presente tesis espera aportar diferentes métodos o ejemplos de aplicación de una herramienta tan conocida el día de hoy como Six Sigma.

Como problema general para analizar, se formula la siguiente pregunta:

¿Cómo puedo optimizar un área de mantenimiento teniendo en consideración la voz de mi cliente y controlando que las mejoras deben perdurar en el tiempo?

El Six Sigma utiliza una serie de etapas que se orientan a buscar la satisfacción del cliente interno y de los trabajadores. Utiliza diferentes herramientas, teniendo en consideración que cada una de las mismas debe ser usada en su

respectivo momento y sin mayor complicación. El Six Sigma además busca problemas ocultos que ocasionan (sin que muchas veces nos demos cuenta) el 80% de nuestros problemas cotidianos.

Recordemos que el Six Sigma no busca mejorar y controlar problemas visibles o notorios, el Six sigma busca problemas que no se hayan detectado, posibles causas que nosotros no estemos tomando en consideración y que afectan nuestro proceso considerablemente.

Espero así que con la presente tesis todo profesional egresado de la carrera de ingeniería industrial pueda tener una referencia dinámica y sencilla respecto a la aplicación de esta herramienta, se ha buscado un aplicar la herramienta en un área de mantenimiento que provee servicios a clientes internos, teniendo en consideración que en toda empresa el área de mantenimiento puede ser objeto de una exigente voz del cliente interno ya que esta en juego la operatividad de cualquier empresa.

Para terminar, considero que nuestro objetivo principal en toda empresa es en dos palabras “optimizar procesos“, busquemos lograr nuestro objetivo con todas las herramientas posibles y con la capacidad de ser autodidactas en esta búsqueda.

OBJETIVO

Esta tesis pretende servir como referencia a futuras generaciones de estudiantes de ingeniería en el uso de una herramienta que nos permita optimizar los procesos de diferentes áreas o realidades que se vivan en diferentes empresas de nuestro país.

Como objetivo general la presente tesis busca la optimización de un área de mantenimiento de planta; la cual da soporte a diferentes áreas de producción (clientes internos) que trabajan con Maquinas, Equipos y Herramientas produciendo un servicio a clientes externos.

Como objetivos específicos tenemos la reducción de los tiempos de atención en los mantenimientos preventivos y correctivos, la correcta coordinación entre las áreas logística – mantenimiento – clientes internos, el cumplimiento de las fechas de atención de las Ordenes de Trabajo de mantenimiento, la especialización del personal y por ultimo el análisis de las funciones del área de mantenimiento dentro de la gerencia (actualmente el área realiza labores que le corresponden realizar a otras áreas).

CAPITULO I: SOBRE LA EMPRESA

I. SOBRE LA EMPRESA:

El objetivo de esta sección es dar a conocer la empresa sobre la cual se hizo optimizo el área de mantenimiento usando la metodología Six Sigma, sobre la misma se mencionarán los siguientes puntos:

- Sector y actividad económica
- Concepción de Cliente o Producto.
- Perfil organizacional y principios empresariales
- Unidades de Negocio.
- Entidades participantes en el modelo de negocio

I.1. Sector y actividad económica:

MAQUINARIA PESADA S.A es una empresa dedicada a la importación, venta, alquiler y reparación de maquinaria pesada; además de dedicarse a la venta de repuestos para sectores como construcción, minería, pesquero, energía y agrícola.

Según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU (ISIC), la empresa MAQUINARIA PESADA S.A Tiene por código 5150 por estar dedicada a la comercialización de bienes de capital mayormente importados y brindando servicios de post venta a los bienes que comercializa. Por estar presente en varias actividades económicas abarca muchos mercados, es así que se ubica dentro de las secciones G y K. Tabla 1: Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU

SECCIÓN G: Comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotores.
División 50: Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motos.
Grupo 501: Venta de vehículos automotores.
Clase 5010: Venta de vehículos automotores.
Apertura: 501002 Venta de vehículos automotores especiales. 501003 Venta de camiones. 501004 Venta de remolques y semi-remolques. 501005 Venta de vehículos usados.
Grupo 502: Mantenimiento y reparación vehículos automotores.
Clase 5020: Mantenimiento y reparación vehículos automotores.
Apertura: 502001 Servicio de lavado de vehículos. 502002 Servicio de lustrado de vehículos.
Grupo 503: Venta de partes, piezas y accesorios de vehículos automotores.
Clase 5030: Venta de partes, piezas y accesorios de vehículos automotores.
Apertura: 503001 Venta de repuestos para vehículos.
División 51: Venta al por mayor y en comisión, excepto comercio de vehículos automotores.
Grupo 515: Venta al por mayor de maquinaria, equipo y materiales.
Clase 5150: Venta al por mayor de maquinaria, equipo y materiales.
Apertura: 515001 Venta de equipo de ingeniería civil. 515004 Venta de máquinas y equipo para la metalurgia. 515006 Venta de máquinas y equipo agropecuario. 515007 Venta de máquinas y equipo de construcción. 515011 Venta de maquinarias diversas.

SECCIÓN K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.
División 71: Alquiler de maquinaria y equipo sin operarios y de efectos personales y enseres.
Grupo 712: Alquiler de otros tipos de maquinaria y equipo.
Clase 7121: Alquiler de maquinaria y equipo agropecuario.
Apertura: 712101 Alquiler de maquinaria y equipo agropecuario.
Clase 7122: Alquiler de maquinaria y equipo de construcción.
Apertura: 712201 Alquiler de maquinaria y equipo de construcción e ingeniería civil.

I.2. Concepción de Cliente y de Producto:

MAQUINARIA PESADA S.A Ofrece a sus clientes bienes de capital de marcas reconocidas y además les brinda el servicio de postventa que incluye servicios de reparaciones los cuales son llevados a cabo con recursos tecnológicos y humanos competitivos y la mejora continua de sus procesos lo que garantizan la calidad y seguridad de sus servicios lo que hace que la empresa sea reconocida internacionalmente. MAQUINARIA PESADA S.A Tiene como meta la completa satisfacción de sus clientes los cuales son empresas de los sectores mineros, construcción, pesquero, agrícola y energía.

En cuanto a la concepción del producto MAQUINARIA PESADA S.A importa maquinaria pesada y repuestos; por el prestigio que ha ganado es representante en el Perú de marcas reconocidas. Además de ser representante la empresa brinda el servicio de asesoría para la compra y el servicio de reparaciones y mantenimiento de los bienes que importa.

Estas operaciones son llevadas a cabo en talleres que aseguran un servicio de calidad. Además de lo mencionado anteriormente MAQUINARIA PESADA S.A ofrece el servicio de alquiler de maquinaria para de esta manera expandir su mercado y cubrir necesidades de otros clientes.

I.3. Perfil organizacional y principios empresariales:

Misión:

Comercializar bienes de capital y servicios con seriedad y excelencia en lo diferentes mercados de minería, construcción, industria y pesca, mediante el uso de diversas modalidades de venta y contando con un equipo humano altamente calificado y guiado por los clientes y la eficiencia de su gestión.

Visión:

MAQUINARIA PESADA S.A será reconocida como una empresa líder en el negocio de la maquinaria pesada, satisfaciendo las necesidades diferenciadas de sus clientes vendiendo productividad a través de maquinas de calidad, de un buen soporte y de soluciones integrales en una organización con miras al éxito.

Visión de Seguridad:

MAQUINARIA PESADA S.A será reconocida como una empresa que trabaja con seguridad, que se preocupa por el control ambiental y que sus trabajadores están involucrados en la visión de seguridad..

Filosofía:

MAQUINARIA PESADA S.A. asegura la calidad de sus operaciones, brindando a todos sus trabajadores una protección permanente a través de una política de prevención de riesgos. Asimismo tiene una clara conciencia de la necesidad de protección del medio ambiente, para lo cual dispone de programas de control ambiental de acuerdo a estándares internacionales.

Políticas

Dentro de la empresa se siguen las siguientes políticas:

- Política de Seguridad
- Políticas de Medio Ambiente
- Política de Conducta
- Política de Orden y Limpieza
- Política de Salud Ocupacional
- Política sobre uso de Alcohol y Drogas
- Política sobre tenencia y uso de Armas
- Política contra el Hostigamiento, Discriminación y/o Acoso

- Política Disciplinaria
- Política de Incentivos y premiación de Seguridad.

Principios de Gobierno Corporativo

El Directorio conoce la importancia de adherirse a los principios de Gobierno Corporativo y ha guiado continuamente su accionar para cumplir los siguientes principios éticos:

- Respeto a los derechos de los accionistas.
- Trato equitativo a los mismos.
- Clara estipulación de las funciones del directorio y la gerencia.
- Presentación transparente y oportuna de información relevante al mercado.

I.4. Unidades de Negocio

MAQUINARIA PESADA S.A comprende cuatro unidades de negocio:

- Venta de maquinaria pesada
- Alquiler de maquinaria Pesada
- Compra de repuestos
- Soporte al producto

La empresa esta formada por la base de la organización que es MAQUINARIA PESADA S.A y subsidiarias con las que trabaja en conjunto:

MAQUINARIA PESADA S.A

Es la base principal de toda la organización. Fundada en 1926 por un grupo de socios quienes se dedicaron en sus orígenes a la comercialización de productos de consumo masivo. Es en 1952 que la empresa cambia de rubro cuando asume la representación de diversas marcas de maquinas en el Perú.

En 1981, se transforma en sociedad anónima y desde 1998 es una sociedad anónima abierta bajo la denominación de MAQUINARIA PESADA S.A. que cotiza en bolsa.

MAQUINARIA EN LA SELVA S.A.

Subsidiaria que realiza operaciones en la selva peruana en ciudades como Iquitos, Tarapoto, Bagua Grande, Pucallpa, Satipo. MAQUINARIA EN LA SELVA S.A ofrece los mismos productos que MAQUINARIA PESADA S.A y es líder en el mercado de la región de maquinaria agrícola, el equipo forestal y los motores marinos.

ACEROS S.A

Fabrica tableros eléctricos, estructuras de acero e instalaciones electromecánicas. Por la calidad de su servicio ha sido partícipe en el desarrollo económico del Perú, formando parte de la construcción de importantes proyectos industriales en diversos sectores productivos.

MAQUINARIAS LIGERAS S.A

Se encarga de comercializar equipos livianos para la minería, industria y construcción, así también la venta de repuestos y prestación de servicios de taller.

I.5. Entidades participantes en el modelo de negocio:

Dentro del modelo de negocio de MAQUINARIA PESADA S.A encontramos los siguientes participantes:

Clientes

Son aquellos a los cuales se les busca satisfacer sus necesidades a través de los bienes y servicios ofrecidos. Dichos clientes pertenecen en su mayoría al sector minero, también se atiende a clientes de los sectores agricultura, construcción, transporte, energía y pesca.

Proveedores

Conformados por todas las compañías que representa MAQUINARIA PESADA S.A .

Socios

Conformados por los accionistas nacionales y extranjeros y los inversionistas.

Empleados

Conformado por el capital humano de la organización que realizan sus labores en forma conjunta siguiendo los principios de la empresa. Lo conforman técnicos, gerentes, jefes, operarios, ingenieros, programadores, asistentes, supervisores, personal de limpieza, etc.

Subsidiarias

Conformadas por las empresas mencionadas anteriormente cuyas operaciones complementan las actividades de la base de la organización: MAQUINARIA PESADA S.A

El Estado

Representado por la SUNAT que percibe el pago de impuestos según ley y por la CONASEV que se encarga de vigilar las actividades en el mercado de valores.

CAPITULO II: SIX SIGMA & MANTENIMIENTO

I. SIX SIGMA:

El objetivo de esta sección es dar a conocer los conceptos de:

- El significado Six Sigma.
- Los seis principios de Six Sigma
- Determinar el nivel Sigma
- Método de resolución de problemas.
- Herramientas de mejora del Six Sigma
- Equipo de mejora Six Sigma
- Estrategia de Implantación del Six Sigma

I.1. El Significado de Six Sigma:

Six Sigma puede tener dos contextos entre los cuales tenemos:

- **Como Metodología.** Es una estrategia de negocios y de mejora continua que busca encontrar y eliminar causas de errores o defectos en los procesos, enfocándose a las variables de importancia crítica para los consumidores.
- **Como Métrica.** Es una medida de la calidad. Mientras más grande es el valor de sigma de un proceso, producto o servicio, su calidad es mejor. En particular, calidad Six Sigma significa sólo 3.4 defectos por millón de oportunidades

Six Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión, por lo tanto es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento donde se pone primero al cliente y usa datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Six Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Six Sigma como:

- Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
- Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
- Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

La letra griega minúscula sigma se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos, la medida en sigma se desarrolló para ayudarnos a:

- Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas medidas sólo se concentran en los costes, horas laborales y volúmenes de ventas, siendo éstas medidas que no están relacionadas directamente con las necesidades de los clientes.
- Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos.

El primer paso para calcular el nivel sigma o comprender su significado es entender qué esperan sus clientes. En la terminología de Six Sigma, los requerimientos y expectativas de los clientes se llaman CTQs (Críticos para la Calidad).

Se usa la medida en sigma para observar que tan bien o mal operan los procesos y darles a todos una manera común de expresar dicha medida.

Tabla 2: Niveles De Desempeño En Sigma

Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,40
5	233,00
4	6.210,00
3	66.807,00
2	308.537,00
1	690.000,00

Cuando una empresa viola requerimientos importantes del cliente, genera defectos, quejas y costes. Cuanto mayor sea el número de defectos que ocurran mayor será el coste de corregirlos, como así también el riesgo de perder al cliente.

La meta de Six Sigma es ayudar a la gente y a los procesos a que aspiren a lograr entregar productos y servicios libres de defectos. Si bien Six Sigma reconoce que hay lugar para los defectos pues estos son inherentes a los procesos mismos, un nivel de funcionamiento correcto del 99,9997 por 100 implica un objetivo donde los defectos en muchos procesos y productos son prácticamente inexistentes.

La meta de Six Sigma es especialmente ambiciosa cuando se tiene en cuenta que antes de empezar con una iniciativa de Six Sigma, muchos procesos operan en niveles de 1, 2 y 3 sigma, especialmente en áreas de servicio y administrativas.

Debemos tener en cuenta que un cliente insatisfecho contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes actuales y potenciales.

Como sistema de dirección, Six Sigma no es propiedad de la alta dirección más allá del papel crítico que esta desempeña, ni impulsado por los mandos intermedios (a pesar de su participación clave). Las ideas, soluciones, descubrimientos en procesos y mejoras que surgen de Six Sigma están poniendo más responsabilidad a través del empowerment y la participación, en las manos de la gente que está en las líneas de producción y/o que trabajan directamente con los clientes.

“Six Sigma es pues, un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y energía de la base”.

I.2. Los Seis Principios de Six Sigma:

Principio 1: Enfoque genuino en el cliente:

El enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Six Sigma se evalúan por el incremento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.

Principio 2: Dirección basada en datos y hechos

El proceso Six Sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis. De tal forma los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y permanente, atacando las causas raíces o fundamentales que los originan, y no sus síntomas.

Principio 3: Los procesos están donde está la acción

Six Sigma se concentra en los procesos, así pues dominando éstos se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.

Principio 4: Dirección proactiva

Ello significa adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse por qué se hacen las cosas de la manera en que se hacen.

Principio 5: Colaboración sin barreras

Debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización. Logrando de tal forma mejor comunicación y un mejor flujo en las labores.

Principio 6: Busque la perfección

Las compañías que aplican Six Sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

I.3. Determinar el nivel Sigma:

Calcular el nivel de sigmas para la mayoría de los procesos es bastante fácil. Dado un determinado producto o servicio, se determina los factores críticos de calidad (FCC), luego se multiplica estos por la cantidad de artículos producidos obteniéndose el total de defectos factibles (oportunidades de fallos). Si dividimos los fallos detectados (con los distintos sistemas de medición en función del tipo de bien o servicio) por el total de defectos factibles (TDF) y luego lo multiplicamos por un millón obtenemos los defectos por millón de oportunidades (DPMU). Luego revisando la tabla de sigma se tienen los niveles de sigma.

Los factores críticos de calidad pueden ser determinados tanto por los clientes internos como externos, y serán aplicados a las distintas etapas de los diversos procesos.

En cuanto a la metodología de medición, ésta se efectuará por muestreo internos (mediciones) o mediante requisitoria (cuestionario) para la totalidad o parte de los consumidores.

Así si para un producto se han determinado 12 factores críticos de calidad (FCC) y se han producido un total de 250.000 artículos, tomando una muestra de 1.500, el total de defectos factibles es de (1.500×12) 18.000. Si el total de errores o fallos detectados asciende a 278, ellos implican que tenemos 15.444,44 DPMU (resultante de dividir 278 por los 18.000 y multiplicarlos por 1.000.000). Para este nivel de DPMU la cantidad de sigmas es de 3,67 (lo cual implica un rendimiento entre el 99,80 y el 99,87 por ciento).

Rendimiento (%)	NIVEL EN SIGMA	DPMU
6,68	0,00	933200
8,455	0,13	915450
10,56	0,25	894400
13,03	0,38	869700
15,87	0,50	841300
19,08	0,63	809200
22,66	0,75	773400
26,595	0,88	734050
30,85	1,00	691500
35,435	1,13	645650
40,13	1,25	598700
45,025	1,38	549750
50	1,50	500000
54,975	1,63	450250
59,87	1,75	401300
64,565	1,88	354350
69,15	2,00	308500
73,405	2,13	265950
77,34	2,25	226600
80,92	2,38	190800
84,13	2,50	158700
86,97	2,63	130300
89,44	2,75	105600
91,545	2,88	84550
93,32	3,00	66800
94,79	3,13	52100
95,99	3,25	40100
96,96	3,38	30400
97,73	3,50	22700
98,32	3,63	16800
98,78	3,75	12200
99,12	3,88	8800
99,38	4,00	6200
99,565	4,13	4350
99,7	4,25	3000
99,795	4,38	2050
99,87	4,50	1300
99,91	4,63	900
99,94	4,75	600
99,96	4,88	400
99,977	5,00	230
99,982	5,13	180
99,987	5,25	130
99,992	5,38	80
99,997	5,50	30
99,99767	5,63	23,35
99,99833	5,75	16,7
99,999	5,88	10,05
99,99966	6,00	3,4

Tabla 3: Nivel en sigma a partir de los DPMU (Defectos por Millón de Unidades)

I.4. Método de Resolución de Problemas:

Se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas el método DMAMC (Definition Measurement Análisis Improvement Control). Este método es llevado a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía. Las claves del DMAMC se encuentran en:

- **Medir el problema.** Siempre es menester tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.
- **Enfocarse en el cliente.** Las necesidades y requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.
- **Verificar la causa raíz.** Es menester llegar hasta la razón fundamental o raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
- **Romper con los malos hábitos.** Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
- **Gestionar los riesgos.** El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Six Sigma.
- **Medir los resultados.** El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
- **Sostener el cambio.** La clave final es lograr que el cambio perdure.

Las fases del DMAMC son las siguientes:

- **Definir el problema** Debe definirse claramente en que problema se ha de trabajar? porqué se trabaja en ese problema en particular? quién es el cliente? cuáles son los requerimientos del cliente?, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, cuáles son los beneficios de realizar una mejora? Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.
- **Medir** El medir persigue dos objetivos fundamentales: Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora. Nos permiten y facilitan identificar las causas reales del problema. El conocimiento de estadística se hace fundamental. “La calidad no se mejora, a no ser que se la mida”.
- **Analizar** El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Ellas son las siete herramientas estadísticas clásicas y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores. Al respecto cabe acotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de

atender las demás causas. Al respecto Crosby señala que “a los numerosos pero triviales ni siquiera les hacen caso; les dejan que envenenen el producto o servicio para el consumidor. Consideran que no vale la pena dedicar tiempo a solucionarlos. En cambio para un auténtico enfoque de cero defectos, todos los elementos son importantes”.

- **Mejorar** En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas como el Pensamiento Lateral y la Programación Neuro-Lingüística (PNL). La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.
- **Controlar** Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición. Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. Mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y

expectativas de nuestros clientes. Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos.

Distintos indicadores vinculados a Six Sigma pueden y deben ser articulados en los Tableros de Comandos o Cuadros de Mando Integral a los efectos de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras. Entre los indicadores a monitorear tenemos:

- Indicadores relacionados con el coste, el mismo incluye costes correspondientes a las operaciones, las materias primas, de despilfarro y reciclaje, de comercialización, de desarrollo de productos.
- Indicadores relacionados con el tiempo de: los ciclos (productivos, comerciales, de respuestas) y de cumplimiento de las etapas de los procesos de implementación de mejoras.
- Indicadores relacionados a las prestaciones, tales como cuota de mercado, cotización de las acciones, imagen de la empresa, niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, y participación de los empleados (cantidades de sugerencias por período de tiempo y niveles de ahorros o beneficios subsecuentes).

A manera de resumen podemos decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. Procediéndose en última instancia a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.

I.5. Herramientas de Mejora de Procesos del Six Sigma:

El sistema Six Sigma es mucho más que un trabajo en equipo, implica la utilización de refinados sistemas de análisis relativos al diseño, la producción y el aprovisionamiento.

En materia de Diseño se utilizan herramientas tales como: Diseño Robusto y Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE).

En cuanto a Producción se utilizan las herramientas básicas del control de calidad entre los cuales se encuentran: los histogramas, el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, AMFE, SPC (Control Estadístico de Procesos) CIP, Procesos de Mejora Continua, Diseño/Rediseño de Procesos, Análisis de Varianza, ANOVA, Cuadro de Mando Integral(BSC), La Voz del Cliente (VOC), Pensamiento Creativo, Control Estadístico de Procesos, (SPC)

Los elementos clave que soportan la filosofía Six Sigma y que aseguran una adecuada aplicación de las herramientas, así como el éxito de esta iniciativa como estrategia de negocios, son los siguientes

- Identificación de los elementos **Críticos para la Calidad (CTQ)**, de los clientes **Externos**.
- Identificación de los elementos **Críticos para la Calidad (CTQ)**, de los clientes **Internos**.
- Realización de los análisis de los modos y efectos de las fallas (**FMEA**).
- Hacer **Benchmarking** permanente y establecer los objetivos a alcanzar, sin ambigüedades.

I.6. Equipo de Mejora Six Sigma:

Atraviesa por seis fases, siendo éstas las siguientes:

Identificación y selección de proyectos. La dirección considera los diversos proyectos de mejora presentados, seleccionando los más prometedores en función de posibilidades de implementación y de los resultados obtenibles. El proyecto tiene que tener un beneficio tanto para el negocio, como para los clientes. El uso del Diagrama de Pareto es una herramienta beneficiosa para dicha selección.

Se procede a la formación de los equipos, entre los cuales se encuentra el Líder del grupo (Cinturón Negro), para lo cual se involucrarán a aquellos individuos que poseen las cualidades necesarias para integrarse al proyecto en cuestión (Cinturones Verdes).

Desarrollo del documento marco del proyecto. El documento marco es clave como elemento en torno al cual se suman las voluntades del grupo, sirviendo de guía para evitar desvíos y contradicciones. El mismo debe ser claro, fijar claramente los límites en recursos y plazos, y por sobre todas las cosas el objetivo supremo a lograr.

Capacitación de los miembros del equipo. Los mismos son capacitados, de no contar ya con conocimientos y/o experiencia en Six Sigma en estadísticas y probabilidades, herramientas de gestión, sistema de resolución de problemas y toma de decisiones, creatividad, pensamiento lateral, métodos de creatividad, PNL, planificación y análisis de procesos.

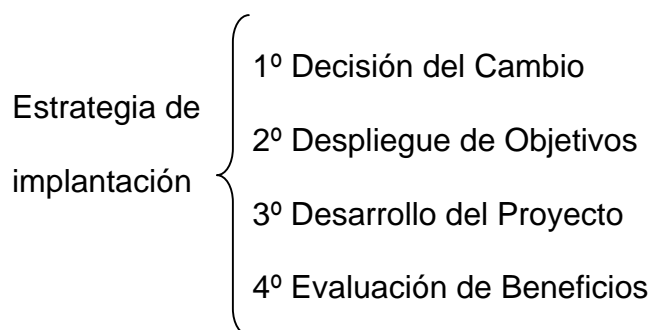
Ejecución del DMAMC (Definition Measurement Análisis Improvement Control) e implementación de soluciones. Los equipos deben desarrollar los planes de proyectos, la capacitación a otros miembros del personal, los procedimientos para las soluciones y son responsables tanto de ponerlos en práctica como de asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) durante un tiempo significativo.

Traspaso de la solución. Luego de cumplido los objetivos para los cuales fueron creados los equipos se disuelven y sus miembros vuelven

a sus trabajos regulares o pasan a integrar equipos correspondientes a otros proyectos.

I.7. Estrategia de Implantación del Six Sigma

Un plan exitoso de Six Sigma comprende cuatro etapas fundamentales, cada una de las cuales esta constituidas por sub-etapas (las cuales pueden desarrollarse en forma paralela)



Decisión del cambio

Es necesario y primordial convencer y demostrar a los directivos de la empresa acerca de la imperiosa necesidad del cambio, ello se logrará mejor si se muestra la evolución de los mercados en general y de la industria específica en especial, tanto a nivel mundial como nacional y regional. En segundo lugar debe mostrarse claramente lo que acontece con la empresa, describiendo su evolución y comparándola con la de los actuales y futuros competidores. Debe dejarse en claro donde estará la empresa dentro de cinco o diez años de no efectuar cambios y donde estarán las empresas que si realicen tales cambios.

Demostrada la necesidad de instaurar un proceso de mejora continua, y de reingeniería si es necesario para cubrir rápidamente brechas de performances, el paso siguiente es demostrar las características y cualidades de Six Sigma, mostrando además las diferencias de este en relación a otros sistemas de calidad y mejora continua.

De estar aplicando ya la empresa algún otro sistema o método de mejora continua se hace menester evaluar los resultados que los mismos están brindando, para lo cual un buen método es evaluar el nivel de sigma que tienen sus procesos actualmente y compararlos (benchmarking) con los competidores globales.

La etapa siguiente consiste en el cambio de paradigmas de los directivos y personal superior de la empresa. Es necesario que eliminen de sus mentes que los errores son algo admisible y propios de la producción.

Se planifica estratégicamente definiendo claramente cuales son los valores, misión y visión de la empresa, para fijar con posterioridad objetivos a lograr para hacer factible los objetivos de más largo plazo. En función de ello se debe lograr una visión compartida con la cual se alcance la energía suficiente para lograr un trabajo en equipo que permita lograr óptimos resultados en la puesta en marcha de Six Sigma. En función de los planes se asignan partidas presupuestarias a los efectos de su puesta en marcha y funcionamiento.

Se seleccionan los Líderes y Cinturones, en función de sus conocimientos, capacidades y puestos que actualmente ocupan.

Se debe proceder a la capacitación y entrenamiento de los diversos niveles de cinturones y liderazgos, como así también al resto del personal. Esta capacitación incluirá diferentes aspectos dependiendo ello de las funciones y niveles que cubra dicho personal. Se incluirán aspectos vinculados con el significado y funcionamiento de Six Sigma, los métodos de resolución de problemas y toma de decisiones, trabajo en equipo, liderazgo y motivación, creatividad, control estadístico de procesos, diseño de experimentos, herramientas de gestión, AMFE, estadística y probabilidades, muestreo, satisfacción del consumidor, calidad y productividad, costo de calidad, sistemas de información, utilización de software estadístico, supervisión y diseño de proyectos, entre otros.

Despliegue de objetivos

Se establecen los sistemas de información, capacitación y supervisión apropiados al nuevo sistema de mejora.

Se incluyen en los sistemas de información y control (Cuadros de Mando Integral los objetivos, indicadores e inductores relativos a Six Sigma). De no existir un Cuadro de Mando Integral se procede a elaborar un Cuadro de Indicadores de Six Sigma.

Se forman los primeros grupos de trabajo en función de los proyectos seleccionados.

Los proyectos son seleccionados en función de los beneficios tanto para la empresa, pero fundamentalmente para el incremento en la satisfacción de los clientes y consumidores.

Es conveniente comenzar con proyectos pilotos para poner a prueba las técnicas y conocimientos aprendidos, y demostrar además al resto de la organización acerca de los logros en la implementación del sistema.

Desarrollo del proyecto

Es primordial antes que nada definir los requerimientos de los clientes externos e internos, y la forma en que se medirán el logro de dichas especificaciones.

Los círculos de calidad o equipos de trabajo Six Sigma (ETSS) proceden a aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

Se mantiene informado a los directivos acerca de la marcha de los diferentes proyectos.

Evaluación de beneficios

Se determinan las mejoras producidas luego de la implementación de los cambios resultantes del desarrollo de los diversos proyectos. Ello se manifiesta tanto en niveles de rendimientos, como en niveles de sigma, DPMU y ahorros obtenidos.

Es conveniente hacer un seguimiento constante de los niveles de satisfacción tanto de los clientes internos como externos.

II. MANTENIMIENTO:

El objetivo de esta sección es dar a conocer los conceptos de:

- Definición de Mantenimiento
- Objetivos de Mantenimiento.
- Método de Implementación de la Gestión de Mantenimiento
- Clasificación de Fallas.
- Tipos de Mantenimiento (Preventivo y Correctivo)

II.1. Definición de Mantenimiento:

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue “un problema” que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función

subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

II.2. Objetivos de Mantenimiento:

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos principales.

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

II.3. Método de Implementación de la Gestión de Mantenimiento:

- Analisis situación actual
- Definir política de mantenimiento
- Establecer y definir grupo piloto para realización de pruebas
- Recopilar y ordenar datos grupo piloto
- Procesar información
- Analizar resultados
- Readaptación del sistema
- Mejora continua

II.4. Clasificación de Fallas:

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lampara, etc).

II.5. Tipos de Mantenimiento:

Mantenimiento Preventivo

Es aquel que se hace con anticipación y de manera programada con el fin de evitar desperfectos; el mantenimiento preventivo consiste en dar limpieza general y confirmar su correcto funcionamiento. Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periodicas y la renovación de los elementos dañados.

Características:

Basicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyandose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los historicos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas:

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal.

Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

No planificado:

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Planificado:

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

CAPITULO III: DEFINIR Y MEDIR

I. DEFINIR:

El objetivo de esta sección es:

- Identificar y validar la oportunidad de mejora definiendo los requisitos determinantes del cliente.
- Identificar la oportunidad comercial.
- Representar los procesos.
- Identificar ganancias rápidas.

I.1. Requisitos Determinantes del Cliente:

Caso 1:

02/04/2007

Estimados Señores de Mantenimiento:

Envíe un Torquimetro para su mantenimiento el 12/02/07 y hasta el momento no lo retornan cual será el motivo o es que esta F/S. o en tal caso pedirlo o hacer una reposición por favor les agradeceré bastante vean esto lo antes posible.

Técnico de Taller.

27/04/2007

Jefe de Mantenimiento:

Estamos mas de 2 meses perdiendo tiempo prestando este torque de otras áreas, lo que es peor ni siquiera nos han respondido los correos anteriores, díganme ¿que tenemos que hacer para que nos entreguen esta herramienta de trabajo?

Esperando pronta respuesta. Supervisor de Área.

Caso 2:

Creo que en el caso de nosotros perdemos entre 5 y 10 horas a la semana buscando herramientas, pues por ejemplo cuando se llevan el alesometro ó el micrómetro de la maquina de rectificado de bielas, solo en buscar esa herramienta se pierde entre dos a tres horas.

Agradeciendo mucho tu preocupación

Supervisor de Área

Caso 3:

21/04/07

Jefe de Calidad:

Hasta la fecha no nos abastecen 4-A (se solicito el 13/04/07), en los dos cilindros de color Azul hay solo Fluido con VCI que ya se esta por acabar... esta falta de abastecimiento esta encareciendo los costos (uso de Fluido - VCI), confusión y retrasos en las labores del área de lavado, agradezco anticipadamente el apoyo acostumbrado.

Encargado de Recepción y Despacho.

Caso 4:

19/04/07

Supervisor de Mantenimiento; hago de tu conocimiento las siguientes observaciones:

1.- La rectificadora de biela (Winona Van Norman) ubicada en la bahía de Soporte Mecánico requiere mantenimiento (venció el 13/04/07).

2.- Las 2 arenadoras ubicadas en la bahía de Soporte Mecánico no tienen sticker de mantenimiento.

3.- El jib crane ubicado entre las bahías de Desarmado de Diferenciales y Desarmado de Convertidores (T.C.) tiene un rodillo de apoyo oxidado.

Certificador de Calidad

Caso 5:

Se revisaron diferentes equipos en los talleres y se encontró que más del 70% de los mismos tenían observaciones respecto a su fecha de mantenimiento preventivo cumplido o programado. El Excel que usan actualmente para llevar el control del mantenimiento preventivo no es de mucha utilidad.

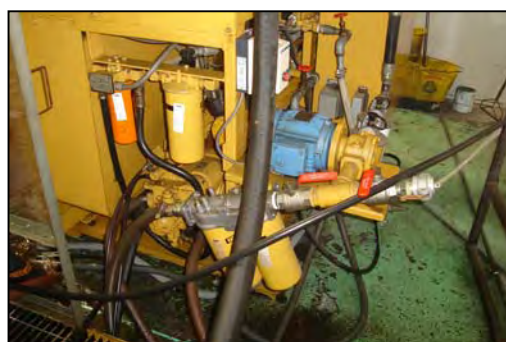
Figura 1: Vista Excel de revisión de las maquinas en talleres

A	G	H	I	J	K	L	M
SIN STICKERS							
VENCIDOS							
Presencia							
Equipos	Presencia	Estado	Stickers	Fecha de mto	prox fecha de mto	Fecha de mto	Prox fecha de mto
EQUIPOS DE PIERRE							
Disarmador Power Tool 35X	1 mto	vs el día	03/10/2006	03/01/2007	13/03/2007	18/06/2007	
Sistema de calificación de acero 2	1 mto	No			20/07/2006	04/03/2006	
Muestrador Stal 42 ton #32	1 mto	No			18/12/2006	09/04/2007	
Disarmador Power Tool 45X	1 mto	No			13/03/2007	18/06/2007	
Sistema de calificación de acero 4	1 mto	No			23/01/2006	20/03/2006	
Muestrador Stal 42 ton #31	1 mto	No			22/05/2006	20/08/2006	
Tanque de aceite (Disarmador)	1 mto	SI					
Tabla de hacha (Disarmador) [ton 4]	1 mto	No			12/05/2006	03/07/2006	
Tanque de calificación de acero	1 mto	No			11/01/2006	16/10/2006	
Disarmador de transformador 30 500V	1 mto	SI	30/03/2007	30/06/2007	30/03/2007	30/06/2007	
Sistema de calificación de acero 1	1 mto	SI			15/01/2006	11/03/2006	
Alcance Stal 42 ton #33	1 mto	No			06/06/2006	01/03/2006	
Desarmador Stal 42 ton #34	1 mto	SI	*****	18/06/2007	18/03/2007	18/06/2007	
Desarmador Stal 42 ton #35	1 mto	SI	*****	05/07/2007	05/04/2007	05/07/2007	
Desarmador Stal 42 ton #36	1 mto	SI	08/03/2007	08/06/2007	26/03/2007	04/06/2007	
Desarmador Stal 42 ton #37	1 mto	SI	13/03/2007	13/06/2007	13/03/2007	13/06/2007	
Desarmador Stal 42 ton #38	1 mto	SI	05/04/2007	05/07/2007	16/04/2006	05/07/2007	
Desarmador Stal 42 ton #39	1 mto	SI	*****	04/06/2007	26/03/2007	11/06/2007	
SIN STICKERS							
VENCIDOS							
Presencia							
Equipos	Presencia	Estado	Stickers	Fecha de mto	prox fecha de mto	Fecha de mto	Prox fecha de mto
Alcance Stal 2 ton # 10	3 meses	No			18/09/2006	25/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 34	3 meses	No			18/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 11	3 meses	No			18/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 33	3 meses	No			04/09/2006	04/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 15	3 meses	No			19/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 05	3 meses	No			05/09/2006	04/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 04	3 meses	No				03/04/2006	
Alcance Stal 2 ton # 03	3 meses	No			18/12/2006	04/06/2007	
Alcance Stal 2 ton # 28	3 meses	No				10/04/2006	
Alcance Stal 2 ton # 06	3 meses	No			07/09/2006	04/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 01	3 meses	No			07/09/2006	04/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 08	3 meses	No			07/09/2006	04/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 12	3 meses	No			22/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 14	3 meses	No			22/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 15	3 meses	No			22/09/2006	18/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 01	3 meses	No			25/12/2006	04/06/2007	
Alcance Stal 2 ton # 18	3 meses	No			26/12/2006	05/06/2007	
Alcance Stal 2 ton # 18	3 meses	No			25/09/2006	25/12/2006	
Alcance Stal 2 ton # 36	3 meses	No			24/09/2006	25/12/2006	
Alcance Stal 2 ton	3 meses	No			17/12/2006	11/06/2007	
Alcance Stal 2 ton # 27	3 meses	No			23/07/2006	18/10/2006	
Alcance Stal 2 ton # 20	3 meses	No			22/07/2006	18/10/2006	

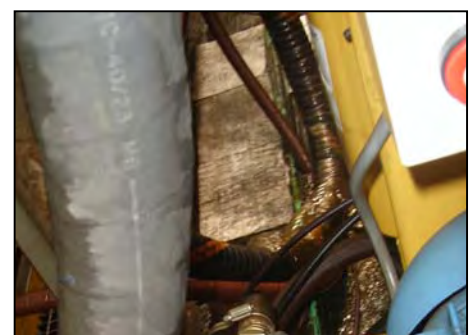
Caso 6: Figura 2: Imágenes de auditorías en talleres



Caso 7: Figura 3: Banco de Pruebas de Transmisiones: El Banco de Pruebas de Transmisiones, es una de las maquinas que se utiliza diariamente y a tiempo completo en uno de los talleres que atiende el área de mantenimiento; con estas características el equipo es critico para las operaciones de la empresa y debe de estar disponible para su uso cotidiano:



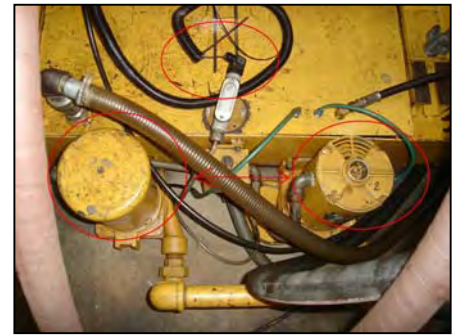
Desorden en el Área y Base de Filtros a Punto de Caerse



Derrames sin recoger



Filtros con Fechas Vencida



Ventilador y Cables sin Protección

I.2. Identificar la Oportunidad Comercial:

Cuanto tiempo pierde el personal técnico, del cliente interno, debido a la falta de atención del área de mantenimiento? Cuanto estamos dejando de ganar como empresa debido a que el cliente interno no cuenta con sus maquinas o equipos arreglados?

+ Total de OTS desde el 01/08/2006 al 31/07/2007: 1864 Ots

+Total de OTS con **información disponible** 680 Ots

y que **afectan a producción:**

(Es posible que no solo sean 680 Órdenes de Trabajo)

+Total de días que mantenimiento demora 12871 días
en atender las 680 OTS:

Si X fuera la cantidad de minutos que perdemos cada día por orden de trabajo que mantenimiento no atiende, cuanto dejaríamos de vender?

OPORTUNIDAD COMERCIAL				
Si fueran: →			1	2
X (min)	Total Min	Total Horas	No Vendemos (\$)	
1	12,871	215	\$5,362.79	\$10,725.58
2	25,741	429	\$10,725.58	\$21,451.17
5	64,354	1,073	\$26,813.96	\$53,627.92
10	128,707	2,145	\$53,627.92	\$107,255.84
20	257,414	4,290	\$107,255.84	\$214,511.68

técnico (s)

Tabla 4: Oportunidad comercial

25 Costo de Venta de la Hora del Técnico (Dolares)

** Se incluyeron solo ordenes de trabajo con informacion disponible para el analisis (680 de 1864)

I.3. **Matriz de Amenazas y Oportunidades:**

Para DEFINIR más eficientemente el objetivo de la actual tesis, también se construyo una matriz de Amenazas y Oportunidades, la cual se baso en la siguiente estructura:

Figura 5: Esquema Matriz de Amenazas y Oportunidades.

	AMENAZAS <i>Si no hacemos el proyecto</i>	OPORTUNIDADES <i>Si hacemos el proyecto</i>
CORTO PLAZO	AMENAZAS A CORTO PLAZO: ¿cuáles son las amenazas si el proyecto no tiene lugar/ si no hacemos el proyecto?	OPORTUNIDADES A CORTO PLAZO: ¿cuáles son las oportunidades a corto plazo con el proyecto propuesto?
LARGO PLAZO	AMENAZAS A LARGO PLAZO: ¿cuáles son las amenazas si el proyecto no tiene lugar/ si no hacemos el proyecto?	OPORTUNIDADES A LARGO PLAZO: ¿cuáles son las oportunidades a largo plazo con el proyecto propuesto?

Amenazas a Corto Plazo:

- Mal registro de los gastos ocasionados por Mantenimiento al estar compartiéndolos con los gastos de las áreas productivas.
- Un área que realiza trabajos de diferentes índoles y que no se especializa en el mantenimiento de sus equipos.
- Mala asignación de Funciones y Responsabilidades del personal del Área de Mantenimiento Inicial.
- Ausencia del seguimiento a los trabajos que realiza el personal técnico del Área de Mantenimiento Inicial y a los Proveedores de Servicios.
- Perdida de Hrs de Producción en los talleres debido a paradas repentinas.
- Malestar del personal Técnico de los diferentes Talleres debido a que continúa la falta de atención a sus requerimientos.

- Supervisor y Personal Técnico del Área de Mantenimiento realizan labores Logísticas como compras y/o contactos con proveedores.
- Trabajos entregados sin las puestas en marcha o sin la conformidad del cliente interno, los cuales ocasionan posteriormente accidentes o nuevas paradas de Producción.

Amenazas a Largo Plazo:

- Incremento de los Gastos Anuales debido a mantenimientos correctivos constantes de los equipos; estos gastos nunca han sido analizados por lo cual estaríamos dejando abierta la posibilidad de que comprar una maquina o equipo nuevo pueda ser mas económico que reparar el que actualmente tenemos.
- Al acumularse los pendientes en el área es mas difícil de poder actualizar la información respecto a files, informes y registros de mantenimiento, por lo cual organizar un área con trabajos atrasados podría llevarnos a tomar decisiones equivocadas (Esto evitaría que se pueda implementar un sistema de calidad)
- Disminución de la vida útil de herramientas y especialmente de maquinarias y equipos, por no cumplir un programa de mantenimiento preventivo en su determinado momento, lo cual produciría el reemplazo de las maquinas/equipos y herramientas”.

Oportunidades a Corto Plazo:

- Inicio de Mantenimientos Preventivos, detectando así posibles fallas futuras.
- Especialización del personal.

- Planificación de los Trabajos de Mantenimiento con el área de programación de la producción.
- Mejora en nuestros procesos con miras a la obtención de la certificación ISO 9001
- Control detallado de los Gastos que genera el área de mantenimiento separándolos de los gastos de otras áreas.
- Mejor uso del potencial técnico que conforma el área.
- Disminución de trabajos que no tienen una exactitud y/o confiabilidad apropiada (Por ejemplo la calibración de herramientas) por tanto el hecho de llevarlos acabo solo implica el uso de nuestro recurso humano.
- Disminución de las horas pérdidas de los técnicos y operarios de los talleres; estas horas se deben a la no disponibilidad de herramientas y maquinas.
- La nueva área de Mantenimiento podría brindar capacitación al operador/técnico en el cuidado de los equipos y maquinas que utiliza.
- Mejorar el manejo de la información de las gestión del mantenimiento, (esto nos beneficiaría al momento de realizar un seguimiento y control)

Oportunidades a Largo Plazo:

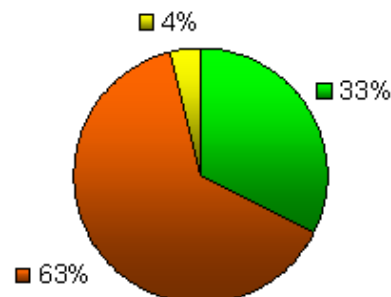
- Administración de Tiempos Estándares en los Trabajos de Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento presente en todas las sucursales del País.
- Obtención de la Certificación ISO 9001
- Especializando al personal en nuestros equipos y maquinas podremos realizar trabajos que en la actualidad se tercerizan.
- Automatizar la gestión de la información disponible de mantenimiento. (Manuales, Ordenes de Trabajo, Información Técnica, Programas, etc) esto lo podríamos realizar en una intranet?

I.4. Representar los Procesos:

Una Descripción Rápida:

Se tomo una muestra de 250 Órdenes de Trabajo Activas (BackLogs activos Ver definición mas adelante) de los cuales se encontró que el **Área de Mantenimiento Inicial** se encarga de las siguientes actividades:

Figura 6: Porcentaje de trabajos que realiza el área de mantenimiento.



63 % de trabajos pendientes contabilizados:

- Compra de un Bien: Las adquisiciones de artículos como, Escaleras de uso común, Fajas, Eslingas, Cadenas, Alicates, Dados, Candados, Cuchillas, Accesorios, Linternas, etc.
- Fabricaciones: De Herramientas “Hechizas” (las cuales no necesariamente son copia de un original), Utilajes, Canastillas, Racks, etc.

4 % de trabajos pendientes contabilizados:

- Servicios Generales: Pintado de Áreas, Bahías o Edificios; reparación de Sillas o Libreros, Instalación de Vidrios en Gabinetes, reparación de Instalaciones Eléctricas que no son de uso Industrial (Fluorescentes, Toma Corrientes de Oficinas)
- Informática: Impresoras en Bahías de Trabajo

33 % de trabajos pendientes contabilizados:

- Mantenimiento Maquinas (Propiamente Dicho): Reparación de Bancos de Pruebas, revisión y reparación de líneas de aire, cambios de solventes en equipo, instalación de maquinas nuevas.
- Mantenimiento de Herramientas: Pistolas Neumáticas, Equipos para Soldadura, Carretillas Hidráulicas
- Coordinar la Calibración de Herramientas: Vernier, Torquímetros, Relojes Comparadores, Micrómetros.
- Eslingas – Cadenas: Cambio de Seguros

Por lo tanto se puede apreciar que el Área de Mantenimiento Inicial no tiene una función específica determinada ya que se encarga de proveer servicios y compras a los principales talleres que atiende.

De esta Descripción rápida queda la pregunta:

Y donde queda el Mantenimiento Preventivo?

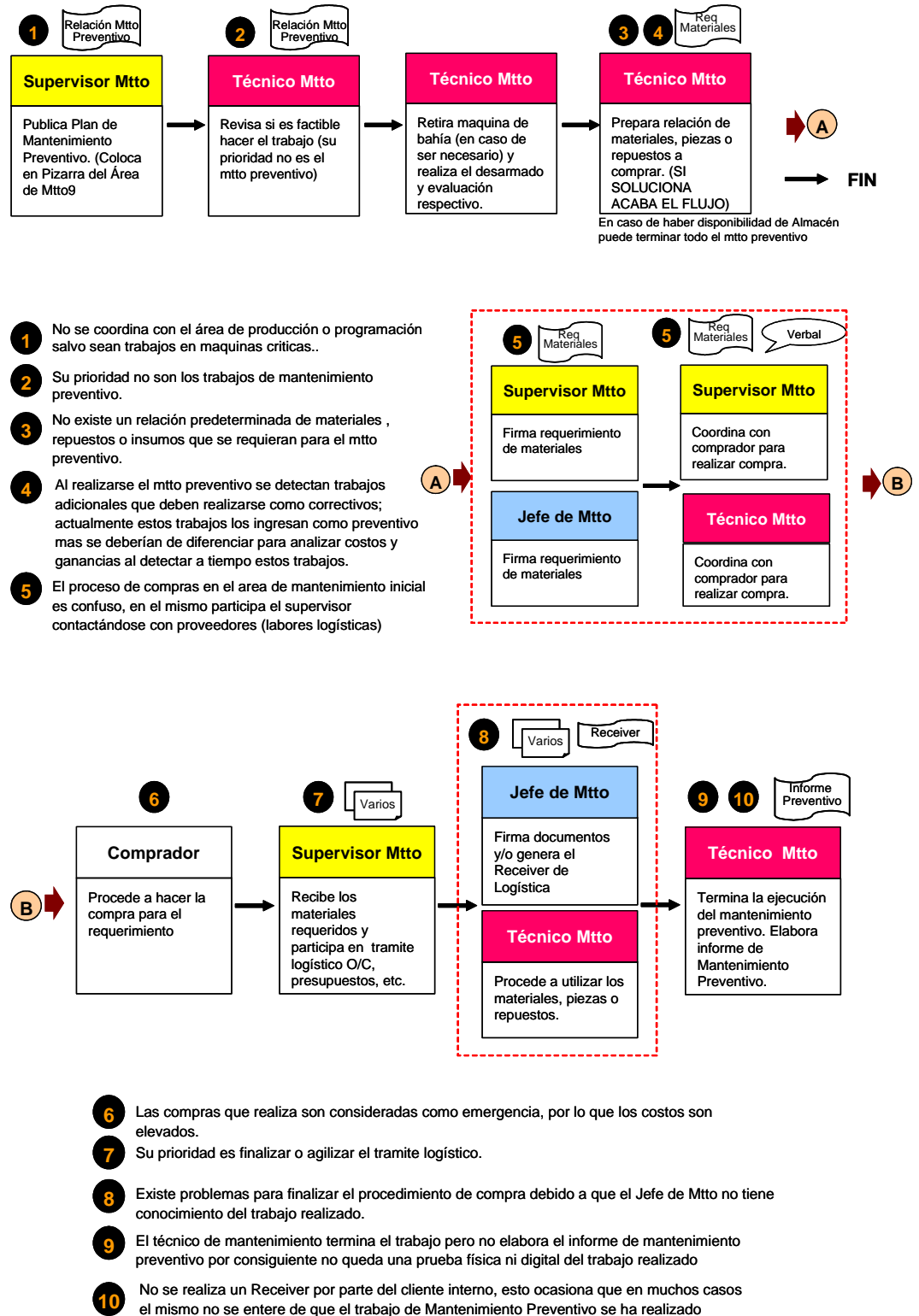
Mantenimiento Preventivo:

El primer concepto de mantenimiento que se mencionará en la presente TESIS y que se esta utilizando en el Área de Mantenimiento Inicial, es el Mantenimiento Preventivo; el cual en nuestro caso realiza:

- Un Mantenimiento Preventivo de Maquinas
- Una Calibración de Herramientas

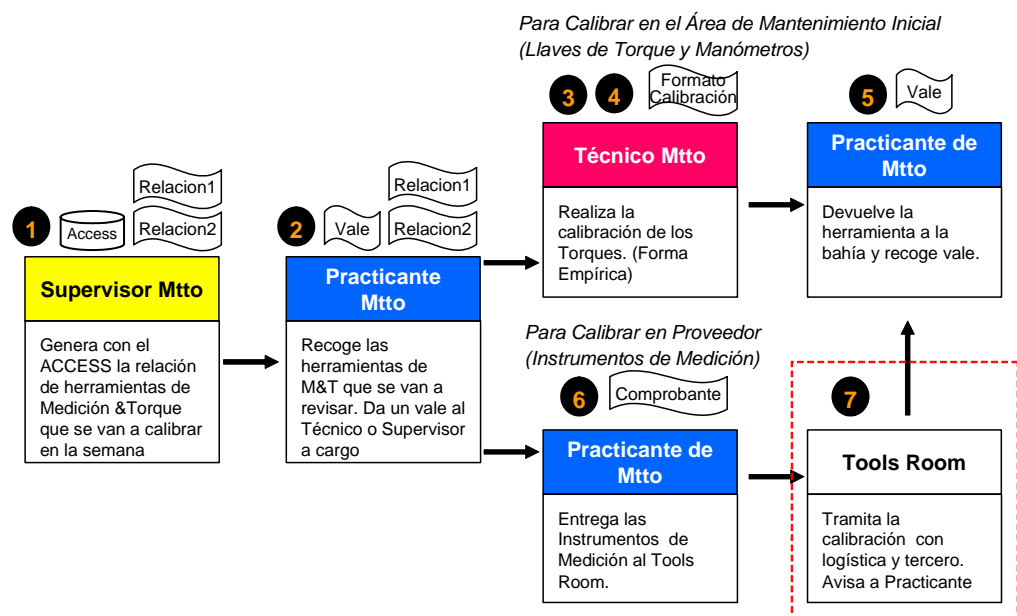
Para el primer caso el Área de Mantenimiento Inicial trabaja el mismo de forma empírica y según la experiencia del personal de mantenimiento. En algunos casos el Supervisor del Área elabora Checklists (listas de verificación) que no coinciden con los trabajos que el fabricante recomienda realizar; por ultimo el mantenimiento preventivo no es registrado correctamente (físico o digital), ocasionando que en los Files de cada maquina, no se encuentre información de reparaciones pasadas.

Figura 7: Flujo del proceso de mantenimiento preventivo.



Para el segundo caso, el Área de Mantenimiento Inicial trabaja la calibración de Instrumentos de Medición de Longitud con Proveedores mientras que las herramientas de dar Torque y de Medición de Presión las calibra en la misma área. El tiempo que demora la calibración de cada una de las herramientas es demasiado amplio por lo cual genera insatisfacción por parte del personal usuario.

Figura 8 Flujo del proceso de calibración de herramientas.



- 1 Actualmente el Supervisor genera dos relaciones de pendientes, la primera en donde figuran solo las que se van a calibrar del día a partir del día de hoy y la segunda en donde figuran todas las herramientas pendientes (la cual depura con el tiempo pero sin presión)
- 2 El practicante del área de Mantenimiento Inicial es quien recoge todas las herramientas, ya sea que se vayan a calibrar con un proveedor o que vayan a ser calibradas por el personal del área de Mantenimiento Inicial
- 3 Debido a la carga de trabajo los Torques no se trabajan el mismo día que los recogen, se calibran conforme pasa la semana y se tienen tiempos libres (No existe un control desde el día que se recibe la herramienta hasta el día que se calibra y entrega.)
- 4 La calibración se realiza sin seguir un procedimiento o una metodología normalizada y en un ambiente que no está controlado (temperatura y humedad)
- 5 No se está entregando la herramienta al técnico-operario que entregó la misma
- 6 No se realiza un seguimiento por parte del área de Mantenimiento Inicial de las herramientas que se envían al ToolRoom
- 7 Este trámite con proveedor demora semanas e inclusive esperan acumular un grupo de herramientas para enviarlas todas juntas al proveedor. (Nuevamente la compra de un servicio es una demora en nuestro proceso)

BACKLOGS

El segundo concepto de mantenimiento que se mencionará en la presente TESIS y que se esta utilizando en el Área de Mantenimiento Inicia, es el de BACKLOGS. Una definición en Ingles de este concepto es:

“things still to be done: a quantity of unfinished business or work that has built up over a period of time and must be dealt with before progress can be made”

Fuente: Encarta Ingles

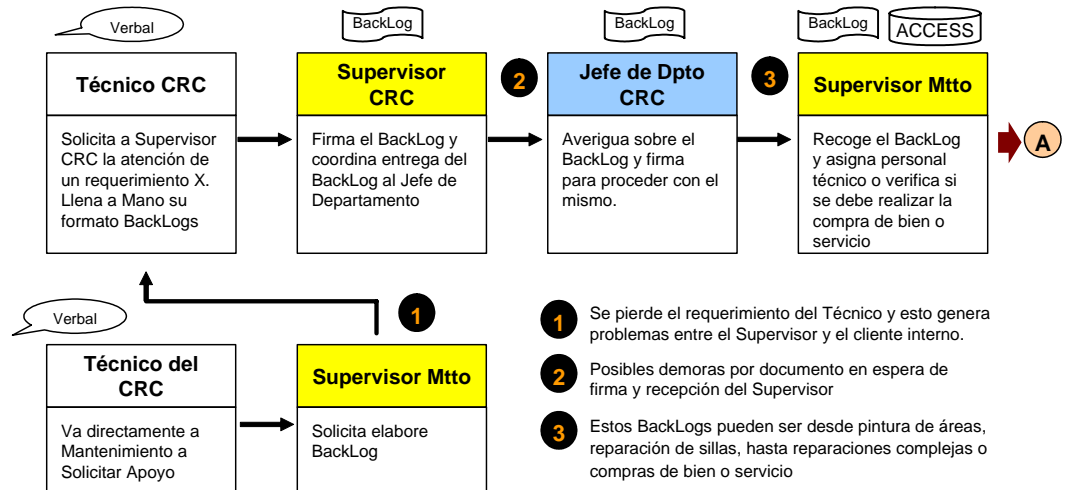
Una traducción rápida de esta definición seria:

“cosas todavía que se harán: una cantidad de negocio inacabado o el trabajo con los cuales se ha acumulado durante tiempo y debe ser repartido antes de que el progreso pueda ser hecho grande entra el fuego”

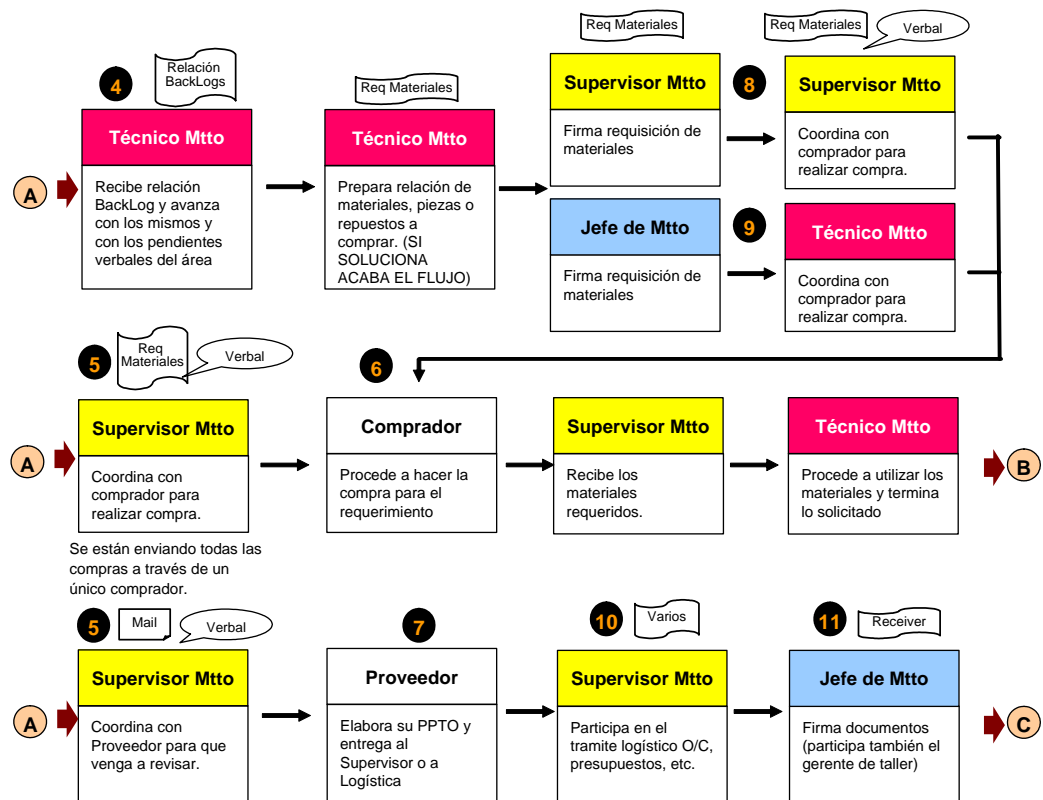
Fuente: Traductor de Altavista

El concepto que se utiliza en el área de mantenimiento es que el BackLog es toda aquella solicitud de atención que realiza un área (Ojo no es una orden de trabajo); actualmente esta solicitud es de diferentes tipos, estas han sido mencionadas en la descripción rápida que se dio al inicio de esta sección 3.3.

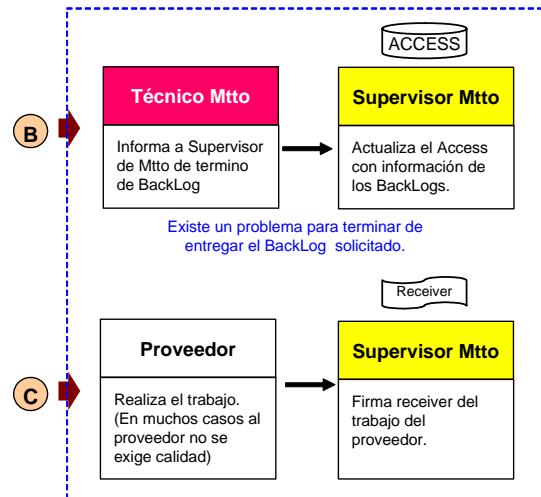
Figura 9: Flujo del proceso de atención de BackLogs



Uso de la Metodología Six Sigma como referencia para la Optimización de un Área de Mantenimiento de Planta



- 4** Se da prioridad a los trabajos verbales, mas no se da prioridad a los BackLogs (Dia Lunes)
- 5** Coordina pero no le hace seguimiento al proveedor o comprador, no existe un SISTEMA de registro de estos pedidos.
- 6** Se le esta entregando todas las compras a un mismo comprador (Emergencias y Normales)
- 7** Demora del proveedor para presentarse y llegar a verificar el trabajo que se quiere realizar
- 8** No le hace seguimiento al comprador (Se han desactualizado)
- 9** El personal de Mantenimiento también esta coordinando con el Comprador
- 10** En caso de que el presupuesto este erróneo, participa en la búsqueda del proveedor
- 11** Desconoce en algunas ocasiones los trabajos y el status de los mismos.



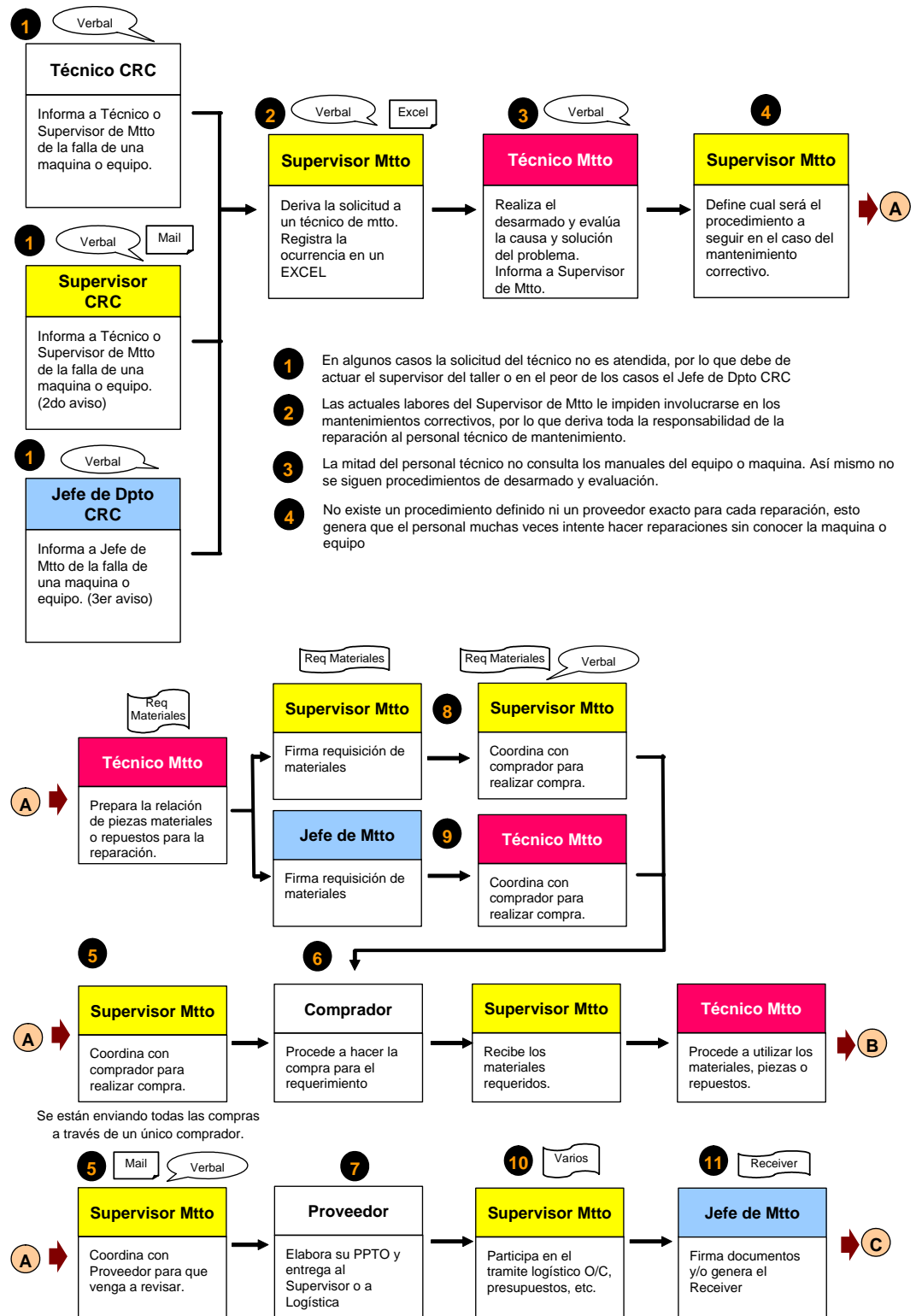
Mantenimiento Correctivo:

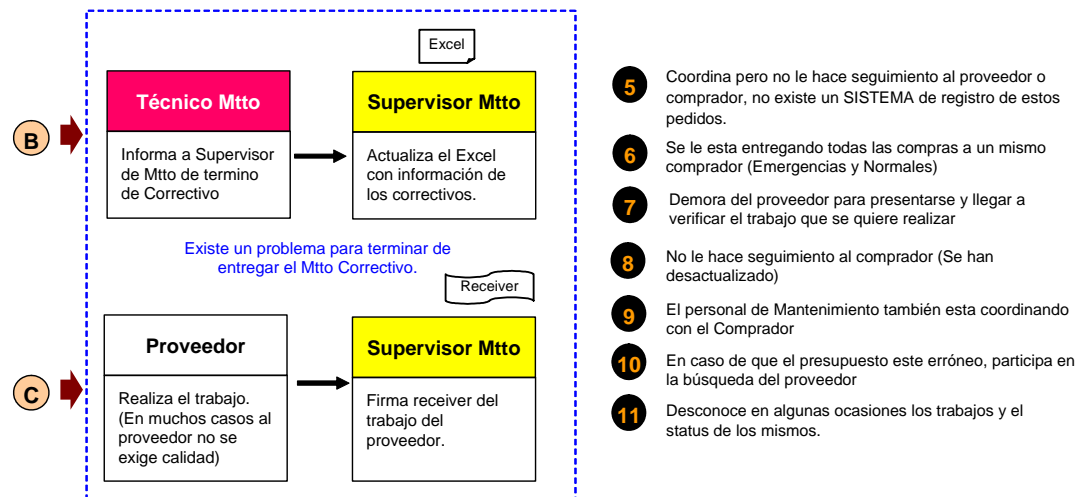
El tercer y ultimo concepto de mantenimiento que se mencionará en la presente TESIS y que se esta utilizando en el Área de Mantenimiento Inicial, es el Mantenimiento Correctivo, concepto que actualmente en esta área se esta mezclando con el concepto de Mantenimiento de EMERGENCIA. Este mantenimiento correctivo se divide en:

- Un Mantenimiento Correctivo de Maquinas.
- Un Mantenimiento Correctivo de Herramientas. El cual se puede dividir en Herramientas que se reparan o herramientas que se reponen.

Para el primer caso se tienen varias deficiencias, las cuales se irán reflejando en el siguiente flujo, (este flujo mostrará los correctivos que no van en un BackLog).

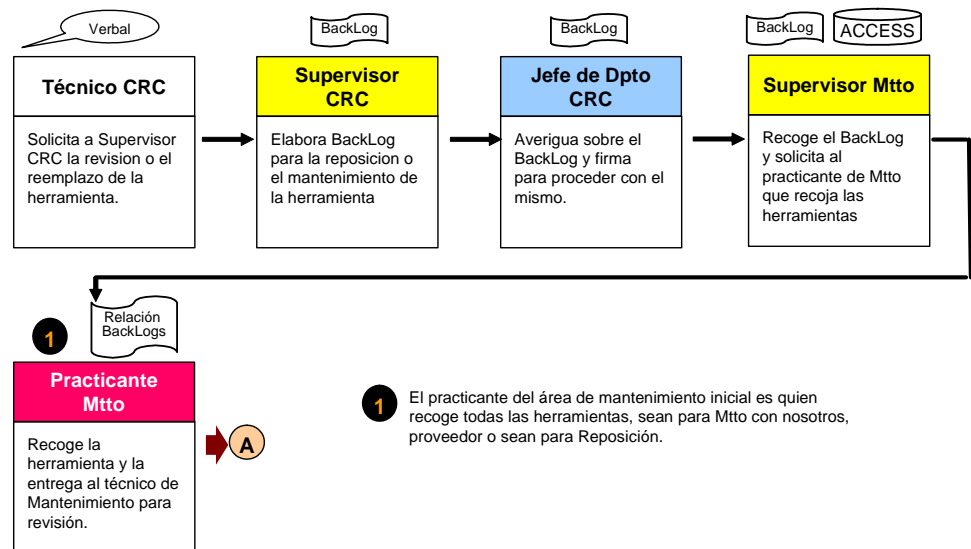
Figura 10: Flujo del proceso de mantenimiento correctivo maquinas.

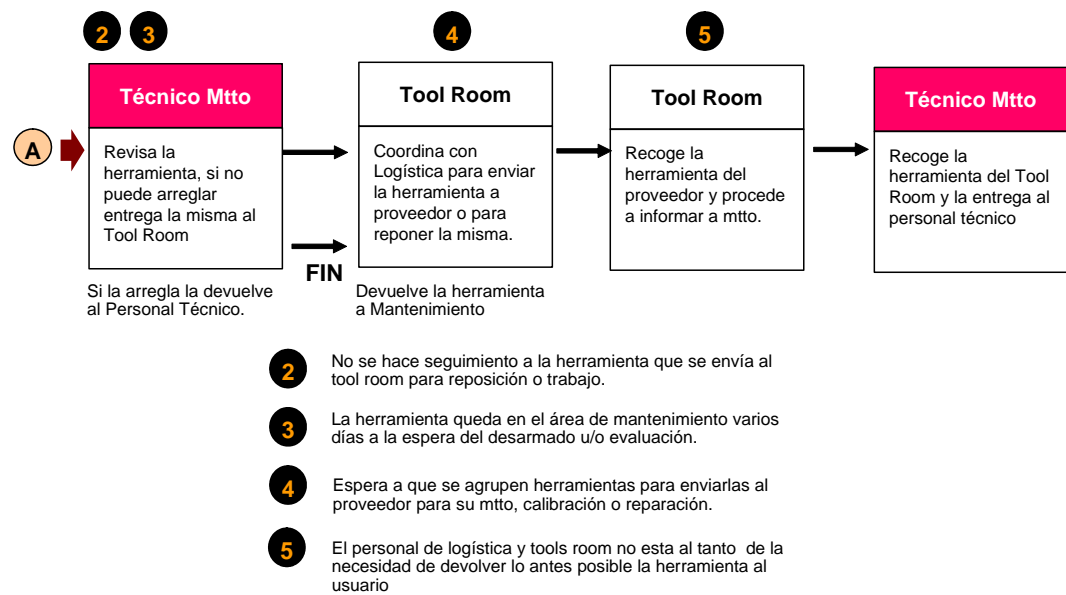




Para el segundo caso se trabaja con el formato de BackLog mencionado anteriormente.

Figura 11: Flujo del proceso mantenimiento correctivo herramientas.





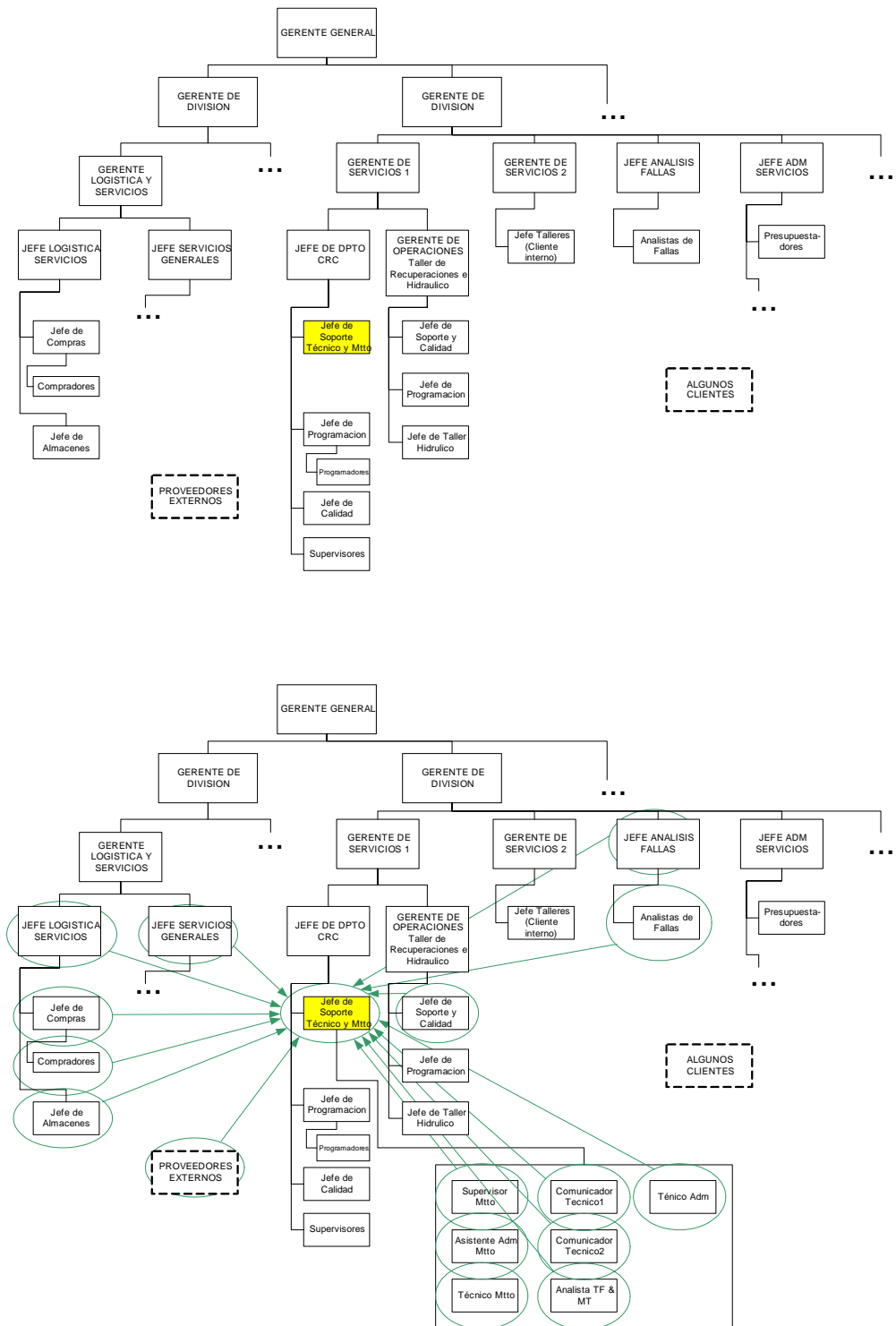
I.5. Identificar Ganancias Rápidas:

Del Organigrama:

Según el mismo, al Jefe de Área le están reportando 5 personas, pero en realidad le están reportando 7 personas, las 2 personas adicionales que estarían reportando serían el Analista de Tren de Fuerza y Motores y un Técnico de Mantenimiento el cual realiza diversas consultas de compras.

Al mismo tiempo el Jefe de Soporte Técnico reporta y tiene relación con otras personas de la empresa como se podrá ver en las siguientes imágenes.

Figura 12: Organigramas y comunicación de la jefatura de mantenimiento



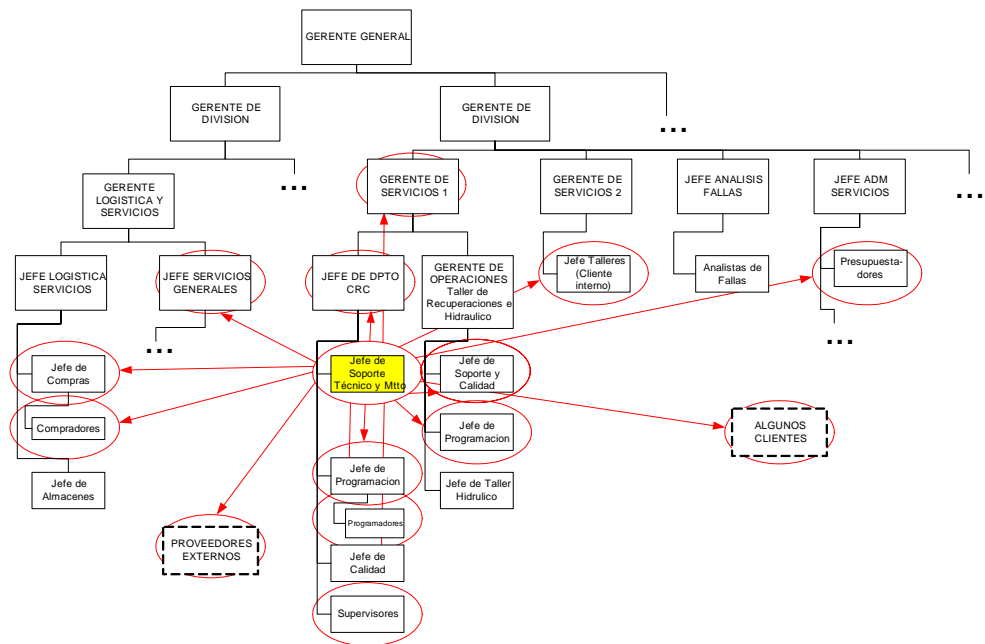
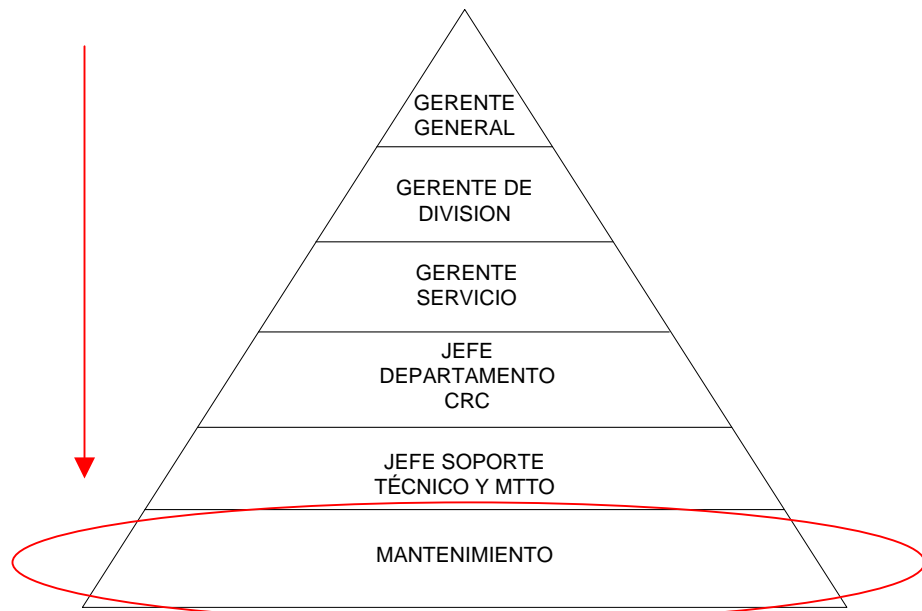


Figura 13: La estructura organizacional de la empresa; ubicando al área de mantenimiento seria la siguiente:



El Proceso de Compras:

El siguiente cuadro resumen (donde se especificaba que solo una tercera parte de los trabajos solicitados son trabajos de mantenimiento) fue obtenido gracias a la información del Access Implementado anteriormente.

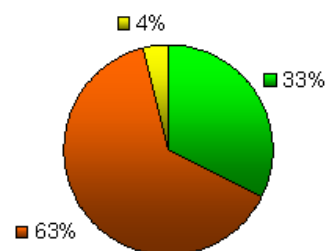


Figura 14: Porcentaje de trabajos que realiza el área de mantenimiento.

Al identificar este problema se procedió a graficar el proceso de compras en un flujograma para identificar oportunidades de mejora (ver siguiente pagina) Recordando brevemente la descripción de cada uno de estos porcentajes:

63 % de trabajos pendientes contabilizados:

- Las adquisiciones de Escaleras de uso común, Fajas, Eslingas, Cadenas, Alicates, Dados, etc. Fabricaciones: De Herramientas “Hechizas” (las cuales no necesariamente son copia de un original), Utilajes, Canastillas, Racks

4 % de trabajos pendientes contabilizados:

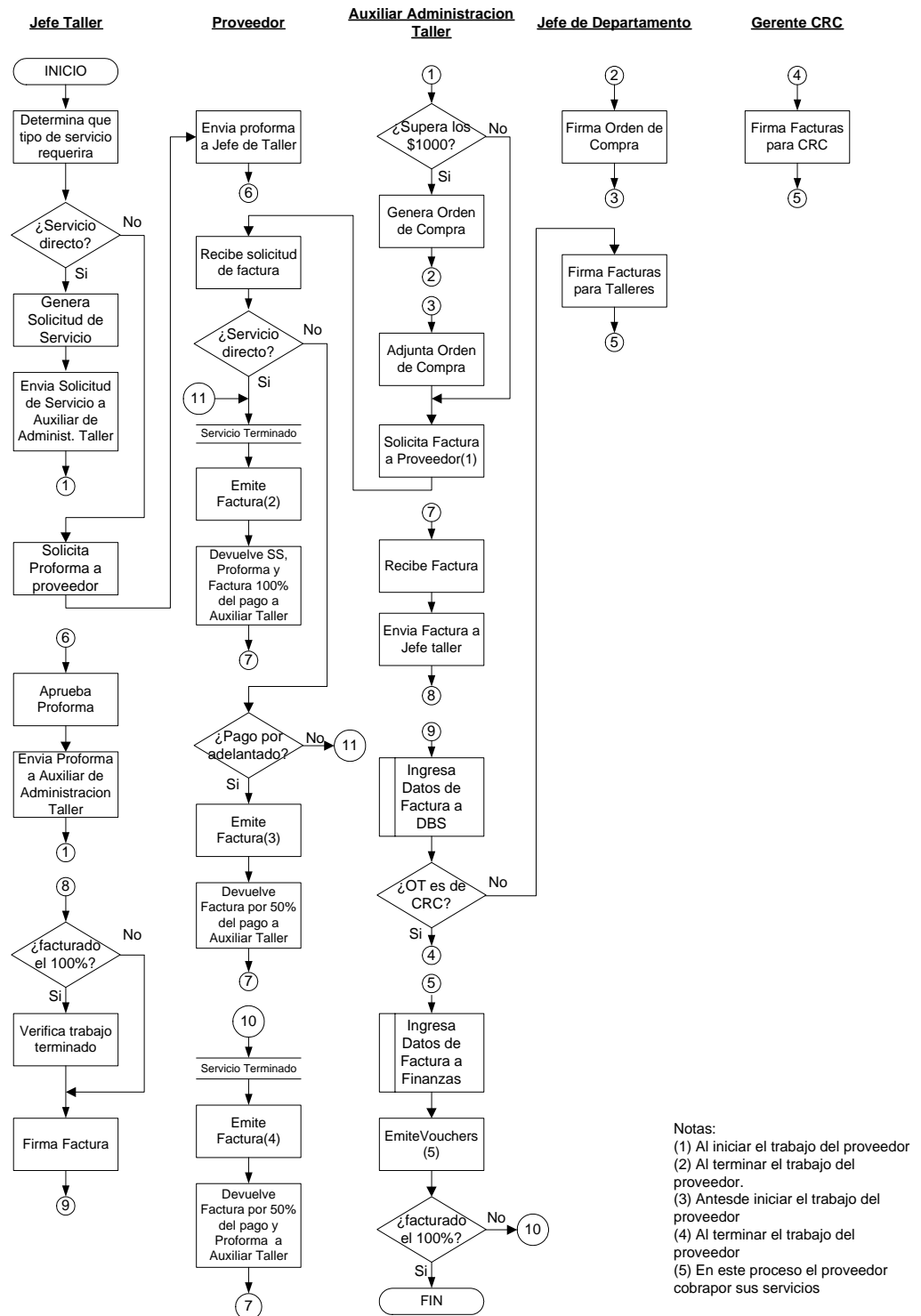
- Servicios Generales: Pintado de Áreas, Bahías o Edificios; reparación de Sillas o Libreros, Instalación de Vidrios, reparación de Instalaciones (Fluorescentes, Toma Corrientes de Oficinas)
- Informática: Impresoras en Bahías de Trabajo

33 % de trabajos pendientes contabilizados:

- Mantenimiento Maquinas (Propiamente Dicho):
- Mantenimiento de Herramientas

- Coordinar la Calibración de Herramientas: Vernier, Llaves de Torque.

Figura 15: Flujograma detallado del proceso de compras.



Del proceso anterior se identifica que el área de Mantenimiento constantemente participa en el proceso de compras (no solo de ítems ligados a la labor de mantenimiento) por lo que se mapeo todo el proceso de compras para identificar la participación del área de mantenimiento.

En el siguiente grafico se puede apreciar que Mantenimiento tiene una participación importante en todo el proceso de compras de la división.

Existiendo un área que se dedique exclusivamente a la labor logística, se emitieron procedimientos para ordenar el proceso y liberar tiempo y horas del personal de mantenimiento (ya la mayor parte de su tiempo estaban destinados a realizar labores logísticas).

Figura 17: Procedimiento de compras “no emergencia” propuesto.

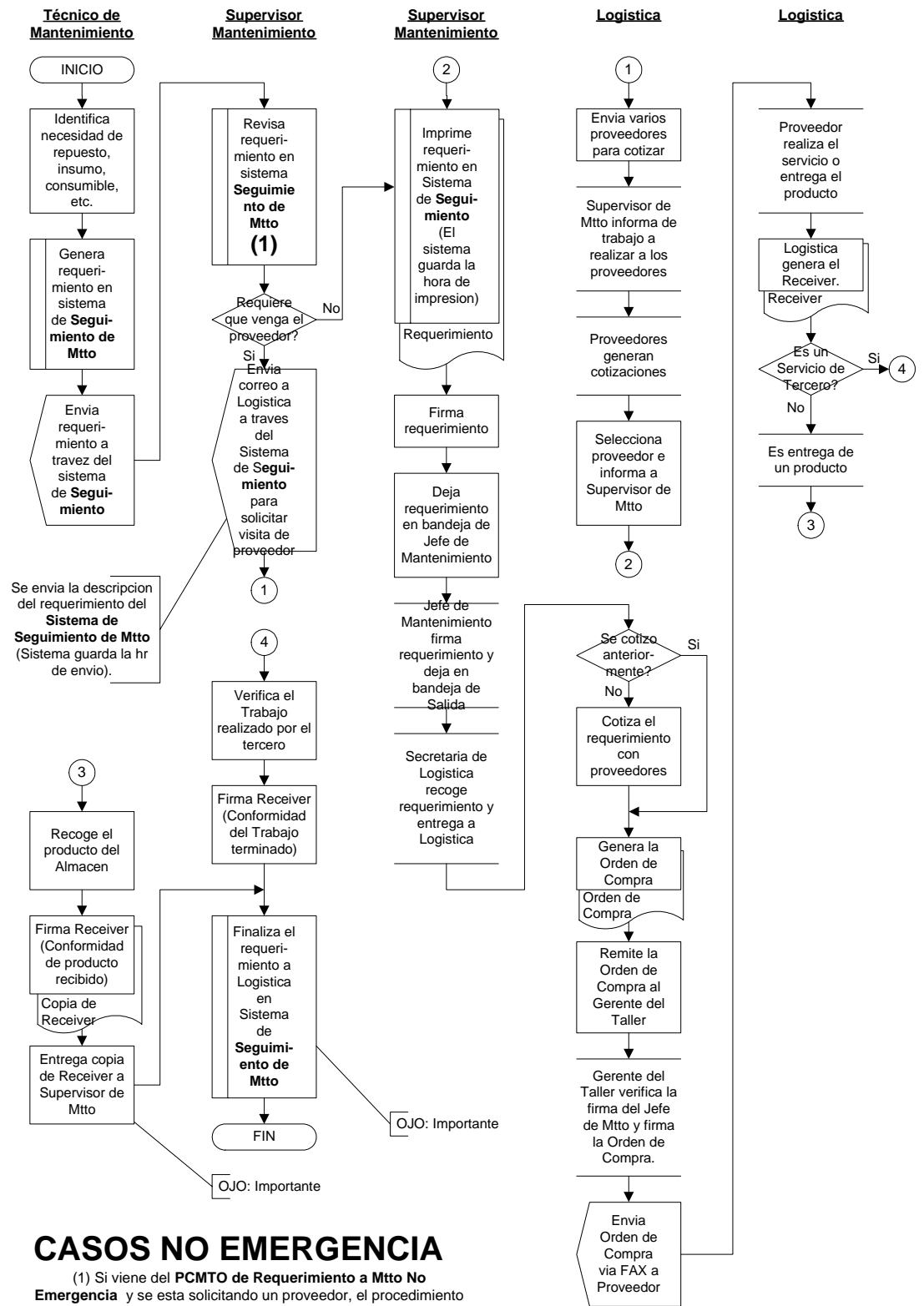
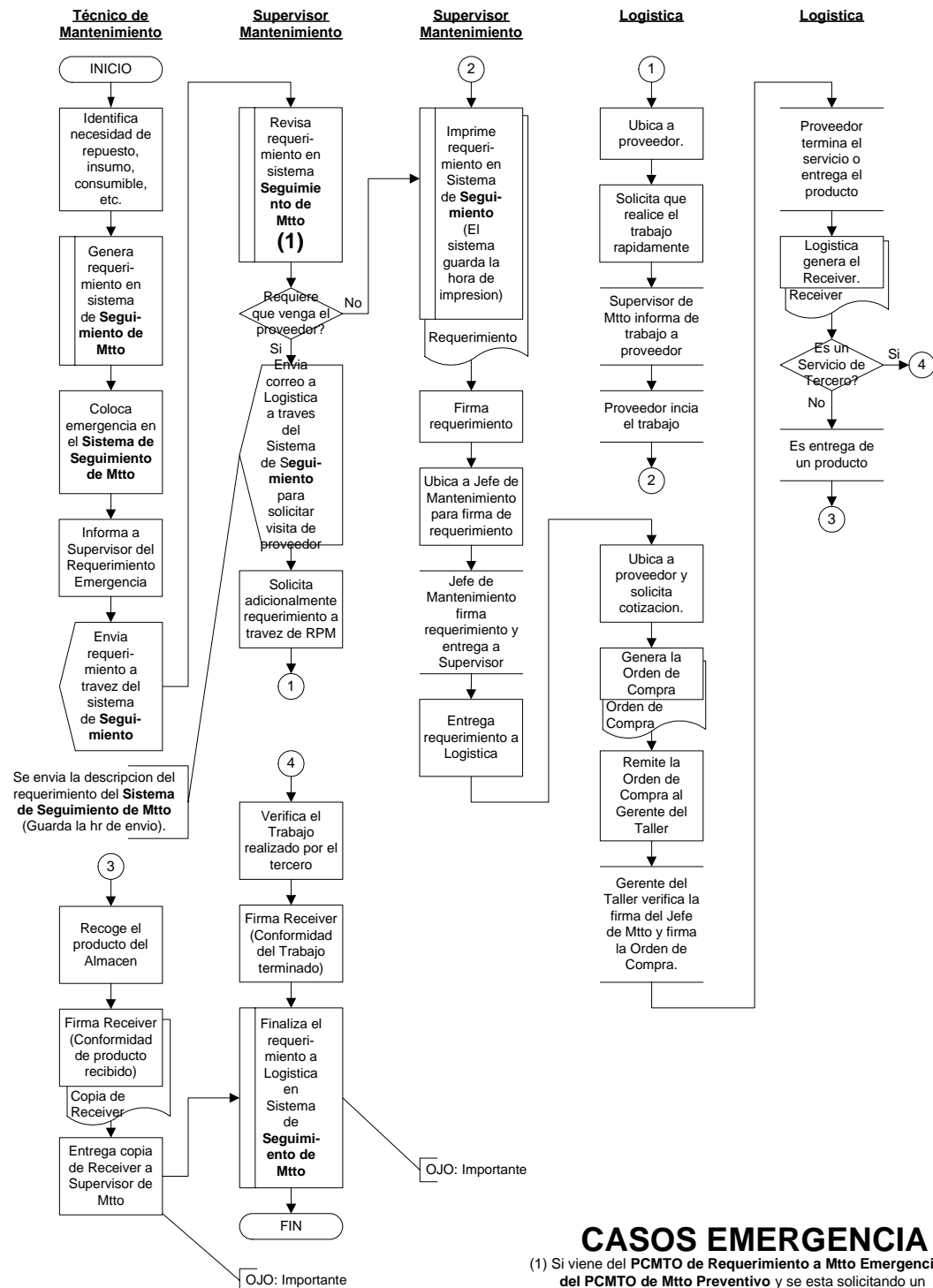


Figura 18: Procedimiento de compras “emergencia” propuesto.



Una vez definida e implementada esta ganancia rápida, el personal de mantenimiento no debía de seguir contactándose o haciendo seguimientos a proveedores externos (bienes o servicios), de esta experiencia se encontró que el personal muchas veces hacia labores que no estaban ligadas a mantenimiento, por lo que se siguieron buscando procesos que pudiéramos optimizar.

La metodología usada para registrar la información:

En Junio del 2006 se detecto que los registros de tiempos u ocurrencias, de los procesos mencionados en la sección anterior, se registraban en diferentes hojas de Excel:

Figura 19: Vistas Excel de registro de información

MANTENIMIENTO - CRC				
OCURRENCIAS / BACK LOGS				
OT intern	Equipo	Puntaje	Area	
2003 M2993	Suministro aceite neumatico chesteron	75	Carpinteria	
2004 M2994	Suministro reactor IFWB-C8	75	Control de Calidad	
2005 M2995	Implementar 03 herramientas de acuerdo a fotos adjuntas	75	Control valvulas	
2006 M2996	Asegurar lineas de aire	75	Controles hy	
2007 M2997	Recuperar hilo de herramienta de armado de compresor	75	Coordinacion tecnica	
2008 M2998	Verificar lubricadores de aire	75	Coordinación tecnica	
2009 M2999	Reposición de cancamos de 3/8"	90	D. convertidores	
2010 M3000	Reparar rueda	75	D. culatas	
2011 M3001	Reposición de dado punta hexagonal 1/4"	75	D. Diferenciales	
2012 M3002	Reposición de caja	90	D. Frenos	
2013 M3003	Reposición de martillo 1s 0258	75	D. Housing	
2014 M3004	Instalar sujetador de tapa de lavadora	75	D. M. Finales	
2015 M3005	Cambio de aceite de banco de in	90	D. Mando final	
2016 M3006	Reposición de adaptador de torg	90	D. Mandos Finales	
2017 M3007	Cambio de cables de multiterster	75	D. Miscelaneos	
2018 M3008	Reposición de dado punta hexagonal 1/4"	75	D. Motores	
2019 M3009	Cambio de resortes de parrilla de arenador	90	D. Reducciones	
2020 M3010	Implementar palanca 8f 4677	90	D. Rueda	
2021 M3011	Reposición limaton 5NK, snap on	75	D. Transmisiones	
2022 M3012	Reposición de extractor de pistas de engr	90	D. Tren de fuerza	
2023 M3013	Reposición de 02 llaves allen 1/8 1u 7575	75	D. M. Finales	
2024 M3014	cambio de manguera de lavadora karcher	90	D. Motores	

Los criterios de búsqueda son en base a filtros

Los Colores indicaban el estado.

Al digitarse toda la información el filtro no es preciso. (Tres nombres diferentes para una misma área)

Uso de la Metodología Six Sigma como referencia para la Optimización de un Área de Mantenimiento de Planta

O.T terminadas								
Fecha Recep BackLog	Fecha Inicio Trabajo	Fecha Termino Trabajo		Tiempo ejecución		Estado	Tipo Back log	
27-03-06		28-03-06		1		T		3/
27-03-06				-38803		X		3/
27-03-06		03-04-06	Solicitado cat 28/03	7		T		3/
27-03-06		28-03-06		1		T		3/
27-03-06			Fabricación paralelo MRF 28/03	-38803		P		3/
27-03-06		31-03-06	Solicitado cat 28/03	4		T		3/
27-03-06				-38803		X		3/
27-03-06		28-03-06		1		X		3/
27-03-06			Solicitado almacen cat 03/04	-38803		P		3/
29-03-06				-38805		X		3/
29-03-06		31-03-06		2		X		3/
29-03-06						X		3/
29-03-06			31/03			X		3/
29-03-06			31/03			T		3/
29-03-06			31/03			T		3/
29-03-06				0		P		3/
29-03-06				-38805		X		3/
29-03-06		30-03-06		1		T		3/

No se registra la fecha de inicio y la de término no siempre se llena

No se registra el trabajo realizado

No se registra el tipo del BackLog

La programación de la calibración de herramientas se manejaba de forma similar

REGISTRO DE CALIBRACION - CERTIFICACION Y VERIFICACION					
EQUIPO: INSTRUMENTOS DE MEDICION					
Cod. I	Descripción	Rango	Lectura	Np	Marca
H31035	Indicador dial		0.001"		c.a.m.e.c.
H31036	Calibrador vernier		0-8"		Mitutoyo
H31037	Micrometro de exteriores	0-6"	0.001"	104-137	Mitutoyo
H31038	Micrometro de exteriores	0-1"			Mitutoyo
H31039	Indicador Dial			8T 5096	Cat
H31040	Micrometro de exteriores	0-1"			Starrett
H31042	Micrometro de profundidad	0-12"	0.001"	129-150	Mitutoyo
H31043	Indicador		0.01mm	6V 3075	Cat
H31044	Indicador			6V 3075	Cat
H31046	Indicador				Boice
H31047	Indicador Dial			6V 6106	Cat

La información esta incompleta

Para demostrar que la forma como se registraba la información era incorrecta se realizó un inventario de herramientas en las bahías de los talleres, en donde solo se revisaron las fechas de calibración de las herramientas; en este inventario se encontró lo siguiente:

Tabla 5: Estado de herramientas en los talleres.

Contar de CodID	CTall ▼	CodEstado ▼				
	1	Total 1	2	Total 2	Total general	Porcentajes
Status ▼	OPE		OPE			
Actualizada	319	319	84	84	403	76%
Critica	21	21			21	4%
Pendiente	96	96	9	9	105	20%
Total general	436	436	93	93	529	100%

Donde:

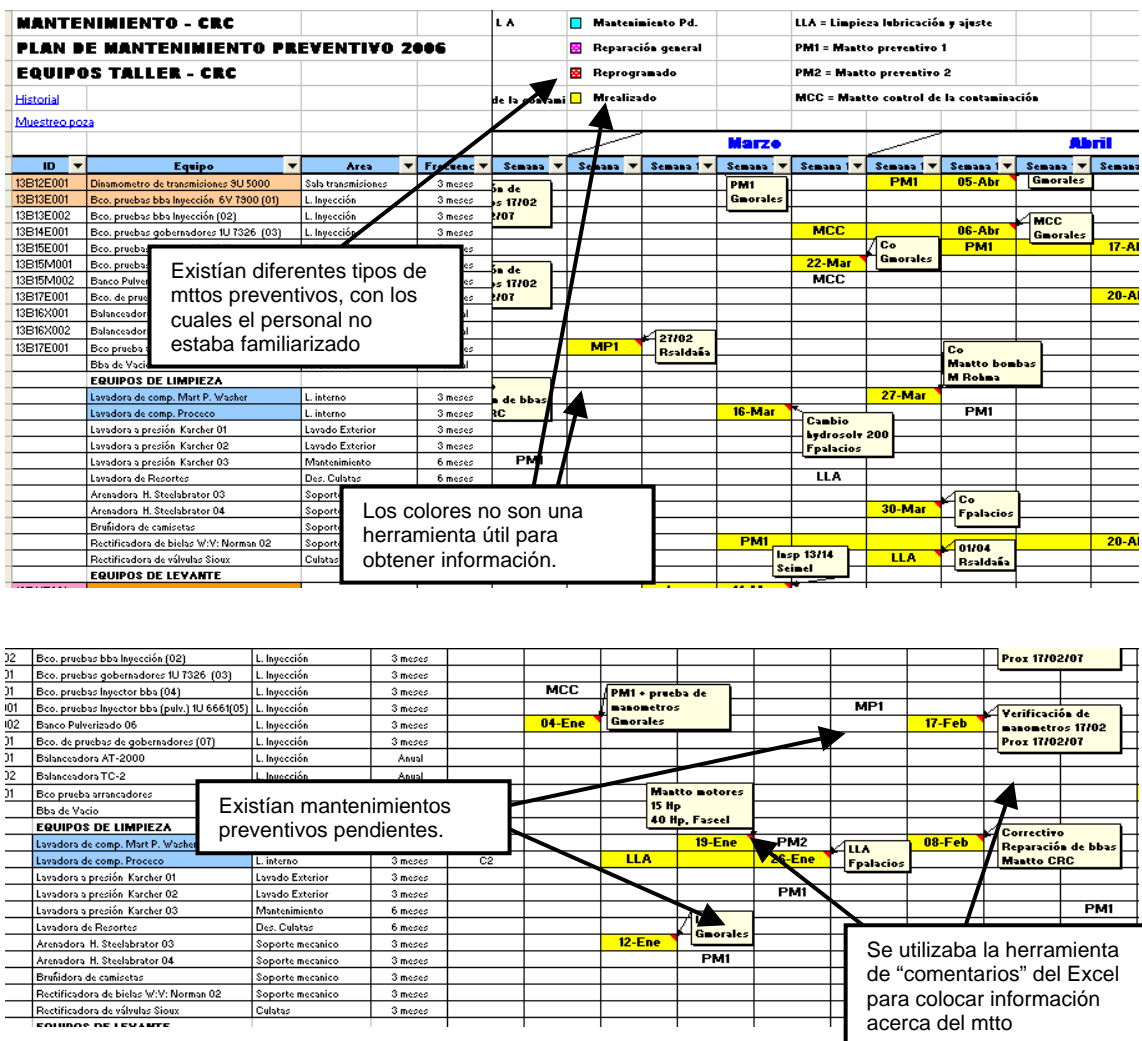
- **Critica** se refiere a las herramientas que no tienen información alguna respecto a calibraciones pasadas o futuras.
- **Pendiente** son aquellas herramientas que su fecha de calibración expiro
- **Actualizada** son aquellas herramientas que están con fechas de calibración, próximas a realizarse.

De este levantamiento de información se detecto que existe solo un 76% de herramientas que cuentan con un programa de mantenimiento preventivo.

¿Que podemos hacer respecto al 24% restante?

Posteriormente se reviso también la metodología que se utilizaba para administrar el mantenimiento preventivo de las Maquinas y Equipos de los talleres encontrándose lo siguiente:

Figura 20: Vistas Excel de programas de mantenimiento preventivo.



Al detectar todos estos problemas a simple vista, se procedió a implementar una Base de Datos en Access, que permita organizar información y registrar eventos de mantenimiento.

La Base de Datos se genero en una primera instancia en base a los requerimientos (BackLogs) que genera el cliente interno y a los cuales se les debe de hacer seguimiento constantemente:

Figura 21: Vista Access de control de BackLogs.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO SERVICIOS

Primordiales
OT Interna: 1547 Estado BackLog: Terminado
Puntaje: Terminado
Equipo: Engrasadora neumática

Categorías
EMERGENCIA Tipo Trabajo: Preventivo
Solicitado por: Bahía en Taller: Taller de Recuperaciones
Supervisa Trabajo: Romulo Paz
Técnico a cargo: Oscar Fabian

Fechas de Trabajo:
Recep del W: 21/05/2007
Inicio Trabajo: 21/05/2007 11:20:46 a.m.
Fin Trabajo: 21/05/2007 11:58:04 a.m.
Logística

Observaciones
Conversar con el Supervisor para el pronto aviso del problema detectado por el personal

Problema Detectado
Falta de grasa en equipo
Causa: Consumo normal
Trabajo Realizado: Se relleno el equipo de grasa mobil

Se inicio la clasificación de los trabajos

Se empezaron a registrar las fechas del trabajo y la maquina vinculada al mismo.

Se registra información respecto a las personas involucradas y lugares de ocurrencia

Se inicio el registro de más información en el Sistema

De la mano de este formulario, se genero otro muy similar a fin de trabajar con el seguimiento a logística.

Figura 22: Vista Access de control de pedidos Logística.

SOLICITUD DE LOGISTICA

Primordiales
OT Interna: 0023 N° Req Log: Terminado
Estado BackLog: Terminado

Categorías
EMERGENCIA Tipo Logistica: Herramientas Reposicion
Solicitado por: 2702
Bahía en Taller: Armado de Mando Final
Bahía en Taller: Taller de Recuperaciones

Fechas de Logistica
Recep del W: 19/05/2007
Inicia Logistica: 19/05/2007 04:32:22 p.m.
Fin Logistica: 11/06/2007 12:37:55 p.m.
Log1 Log2

Se solicita a Logistica:
Revisar torque cod H52093

Se hace seguimiento al tiempo de atención de logística

Se registra si el pedido es emergencia o no

Se solicita a Logistica

Ambos formularios nos permitieron llevar un control y seguimiento más detallado de:

- Trabajos pendientes (individualmente por cada técnico)
- Trabajos terminados (individualmente por cada área solicitante)
- Los requerimientos que se emitían al área de logística.

Trabajos Pendientes (Individualmente por cada técnico)

BackLogs Pendientes MTTO CRC - Guillermo Morales						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Estado	Puntaje	OT MTTO	Fecha de Recep BL	Trabajo a Realizar	Bahías	Fecha de Inicio BL
Ejecucion						
75	3254	18/07/2006	Implementar base para prueba de inyectores electronicos EUI	Laboratorio de Inv		
75	M4675	09/03/2007	Cambio herramientas según listado	Desamado de M	16/03/2007	
Recepcion						
90	5169	26/06/2007	Reparación de regulador de carrera de spindle 1u 5999	Sala de Prueba Tr		
90	5172	26/06/2007	Reparación de torque H52079	Armado de Mand		

BackLogs Pendientes MTTO CRC - Cesar Zamudio						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Estado	Puntaje	OT MTTO	Fecha de Recep BL	Trabajo a Realizar	Bahías	Fecha de Inicio BL
Ejecucion						
90	3833	04/07/2006	Cambio niple de manguera	Sala de Prueba Tr	10/07/2006	
90	5021	01/06/2007	Implementar: 01 expansor de anillos 4c 3601, 01 gauge 208 7630	Calibraciones	04/06/2007	
90	5619	03/05/2007	Cambio 02 cancamos de 5/16"	Desamado de Cu	04/05/2007	
90	5687	12/07/2007	Cambio de faja DT.M2 nparte 1u 8242	Desamado de Mi		

BackLogs Pendientes MTTO CRC - Luis Sanchez						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Estado	Puntaje	OT MTTO	Fecha de Recep BL	Trabajo a Realizar	Bahías	Fecha de Inicio BL
Ejecucion						
90	M4349	05/02/2007	Reponer un sujetdor de Pistola neumática de encastre 1"	Desamado de M	06/06/2007	
85	M2749	16/12/2005	Modificar tamaño de mesa, mueble sala de mando	Sala de Prueba M		
75	4367	28/09/2006	Implementar herramientas según lista (llaves mixtas)	Desamado de M	18/10/2006	
75	5633	07/06/2007				
75	5707	21/05/2007	Implementar hand free para radios de operadores de m			
75	M6028	25/07/2007	Fabricación de plancha según indicaciones			
63	M2837	25/01/2006	Reparar seguro de tapa de mueble de sala de mando	Sala de Prueba M		
	0019	15/05/2007	Calibración, Rugosímetro CSR04, CSR 02, vernier H31060, H31073 Ok, ga	Mantenimiento	15/05/2007	
	0059	24/05/2007	Rebobinar motor electrico			
	0090	26/05/2007	Limpieza y calibración de inyectores			
	0105	29/05/2007	Reparacion de estoka # de solicitud 000049			
	0112	30/05/2007	Revisión y calibración de colector de datos y transductores			
	0115	30/05/2007	Fabricación de soporte para caja de pase de pte grua	Armado de Mand	30/05/2007	
	0140	01/06/2007	01 cortadorneumatico Snap	Desamado de M	01/06/2007	
	0211	08/06/2007		Taller Mecarizado		
	0426	21/06/2007	Manito racks de almacenaje	Taller de Reparar		

Figura 23: Vista Access de informes de seguimiento.

Trabajos Terminados (Individualmente por cada área solicitante)

INFO BackLogs Terminados - Motores						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Bahías	OT BackLog	Trabajo a Realizar	Estado	Puntaje Equipo	Fecha Recep BL:	Fe
Armado de Motores						
0584		Personalizado por Área	Terminado		23/07/2007 01:03:02 p.	2
Calibraciones						
5023		Cambio de escobillas para lavado	Terminado	90	01/06/2007 02:39:00 p.	2
5415		Se especifica el trabajo realizado	Terminado		18/07/2007 11:04:45 p.	2
0632			Terminado		26/07/2007 04:08:02 p.	2
Desarmado de Motores						
Sala de Mando						
INFO BackLogs Terminados - Tren de Fuerza						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Bahías	OT BackLog	Trabajo a Realizar	Estado	Puntaje Equipo	Fecha Recep BL:	
Armado de Mando Final						
M4212		Revisar pistolas de impacto	Terminado	75	25/09/2006	
Desarmado de Mandos Finales						
5158		Se especifica la bahía	Terminado		18/07/2007 09:38:45 p.	

Pendientes de Logística:

Pendientes Logística						
Diseñado y Elaborado por Mantenimiento Servicios						
Tipo	Pedido el Dia:	NºReq:	Se solicita			OT Mitto
Asignar						
Emergencia?	No	30/07/2007	Rptos cat para reparación			1547
Serv. Generales						
Emergencia?	No	07/06/2007	Cambio de focos es salas de arenado y metalizado			0209
Emergencia?	No	26/07/2007	04 sillas para Po			0636
Emergencia?	No	26/07/2007	Pintura de barras de seguridad de racks de coches de prueba			0637
Emergencia?	No	26/07/2007	46676 01 inst sleeve 305 3013, 01 sleeve 306 4092, 01 sleeve 306 4093		1742	5698
Emergencia?	No	26/07/2007	46677 01 inst sleeve 305 3013, 01 sleeve 306 4092, 01 sleeve 306 4093			6456
Emergencia?	No	26/07/2007	46663 Martillo snap on HBT24			M4659
Herramientas Reposicion						
Emergencia?	No	16/03/2007	03 dados 915 IMDL 180, Dado punta allen 7-290 1/4, Extensión IMX442, IMX111			M4675
Emergencia?	No	17/07/2007	46633 01 dado 1/2 cat on 6300, 01 dado 1/2 cat on 6300, 01 dado 3/8 cat 8s 1591			5683
Emergencia?	No	17/07/2007	46634 01 dado 1/2 cat on 6300, 01 dado 1/2 cat on 6300, 01 dado 3/8 cat 8s 1591			5682
Emergencia?	No	17/07/2007	46613 01 llave mixta 3/8 cat 4c 9592			5679
Emergencia?	No	26/07/2007	46673 Desarmador cat 6v 7933			5640
Emergencia?	No	26/07/2007	46678 02 pistolas de aire tipo boquilla			5631
Emergencia?	No	26/07/2007	46679 01 pulverizador cat 4c 6779			56161
Emergencia?	No	30/07/2007	46680 01 faja cat 1u 8260, 01 faja cat 1u 8242			5210
Servicio						
Emergencia?	Sí	07/06/2007	2156 Reparación de correderas de gavetero de pernos			5630
Emergencia?	Sí	07/06/2007	Reparación de indicador CSU092			0208
Emergencia?	Sí	28/06/2007	1284 Reparación de cilindro hy, fuga interna			5683
Emergencia?	Sí	04/07/2007	Cilindro hy, Banco 30			5699
Emergencia?	Sí	09/07/2007	06 6460369			5682
Emergencia?	Sí	09/07/2007	nspalet 1 y 2			0586
Emergencia?	Sí	09/07/2007				56356
Emergencia?	Sí	11/07/2007	reparacion de torque snap on QDRIVE R4 ID H52145			0590

Así mismo se implemento un formulario para hacer seguimiento a la calibración de herramientas de longitud, torque y presión.

Figura 24: Vista Access de control de calibración herramientas.

HERRAMIENTAS MEDICION TORQUE

Diseñado y Elaborado por: **Procesos en Servicios**

Tipo de Herramienta:

Taller de Procedencia:

CodID: N° de Parte:

Taller

☒ CRC - Bahía

☐ TR - Bahía

Técnico a Cargo:

Herramienta:

Tipo de Herram:

Serie Estado

Referencia

Observaciones:

Fechas Mto:

Inicia Operaciones:

Historico Mantenimiento 5:

Historico Mantenimiento 4:

Historico Mantenimiento 3:

Historico Mantenimiento 2:

Historico Mantenimiento 1:

Siguiente Mantenimiento:

Frecuencia de Mto:

Mantenimiento Estimado:

Fuera de Servicio:

Muestra una relación de todas las herramientas del mismo tipo.

Codigo ID	Tipo de Herramienta	Detalle	Area	Bahias	N° de Part
H51001	Torque	Pre Ajustado	Motores	Armado de Motores	100T-I
H51002	Torque	Ajustable	Motores	Armado de Motores	1U 7253
H51003	Torque	Ajustable	Motores	Calibraciones	QC2175

Total de Herramientas por Tipo: 179

Este formulario también permite llevar un control de los programas de calibración.

Figura 25: Vista Access de informes seguimiento herramientas pendientes de calibración.

Herramientas M y T Pendientes Mtto						
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios						
Area	Bahias	Tipo de Herramienta	Detalle	Codigo	Referencia	Fecha de Mtto
Calidad TR						
Calidad						
		○ Alexometro	Standard	47H34A001		02/11/2007
		○ Alexometro	Standard	47H34A002		04/07/2007
		○ Alexometro	Standard	47H34A003		16/11/2007
		○ Alexometro	Standard	47H34A004		14/07/2007
		○ Calibrador	Vernier Digital	47H35D001	CRC	16/11/2007
		○ Calibrador	Vernier Digital	47H35D003		30/10/2007
		○ Indicador	Analogico	47H37A004		30/10/2007
		○ Indicador	Dial	47H37A001		30/10/2007
		○ Indicador	Profundidad	47H37A002		30/10/2007
		○ Indicador	Profundidad	47H37A003	CRC	30/10/2007
		○ Micrometro	Exterior Digital	47H31D001		04/07/2007
		○ Micrometro	Exteriores	47H31M001	11ME02	11/07/2007
		○ Micrometro	Exteriores	47H31M002		16/08/2007
		○ Micrometro	Exteriores	47H31M003		30/10/2007
		○ Micrometro	Exteriores	47H31M005	11ME03	30/10/2007
		○ Micrometro	Exteriores	47H31M006	11ME04	09/11/2007
Armado de Housing						
		○ Indicador	Dial	H31039		07/08/2007
		○ Micrometro	Exteriores	H31038		16/09/2007
		○ Torque	Ajustable	H51004	Anaqueil 24	23/06/2007
		○ Torque	Ajustable	H52099	Anaqueil 24	23/06/2007
		○ Torque	Ajustable	H52130	Armario	12/09/2007
		○ Torque	Analogico	H52101	Anaqueil 24	22/06/2007
Armado de Turbos						

Este formulario tan
actualizada por área

Figura 26: Vis

INFO Herramientas x Area - Tren de Fuerza									
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios									
Bahias	Tipo de Herramienta	Detalle	Codigo ID	Marca	N° Parte	Serie	Rango	Lectura	Referencia
Armado de Convertidores									
	Analizador de Torque	Dial	TT-06	Sweeney	1P 7460	F 95	0-600 lb-pie		
	Calibrador	Vernier	H31074	Mitutoyo	SNP01	BCO49894	0-8"	0-8"	
	Indicador	Dial	H31077	Cat	8T 5096				
	Micrometro	Exteriores	H31076	Mitutoyo	103-177	0035692	0-1"	0.001"	
	Micrometro	Profundidad	H31075	Mitutoyo	SNP01	830950	2.5 - 3"		
	Torque	Ajustable	H52058	Cat	8T9293	14153	0-250 lb-pie		Anaqueil 35
	Torque	Ajustable	H52059	Cat	4C 5492	2604	0-100 lb-pie		Anaqueil 35
	Torque	Ajustable	H52061	Cat	9U5016		0-175 lb-pie		Anaqueil 35
	Torque	Ajustable	H52062	Cat	9U5006	12004	50-250lb-pie		Coche plomo
	Torque	Ajustable	H52148	Cat	9U 5007	030610076	100-600 lb-p		
	Torque	Ajustable	H52162	Cat	4C 5492	10183	0-100 lb-pie		Anaqueil 35
	Torque	Analogico	H52063	Cat	4C 5492	6743	20-100 lb-pi		Coche plomo

INFO Herramientas x Area -Motores									
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios									
Bahías	Tipo de Herramienta	Detalle	Codigo ID	Marca	N° Parte	Serie	Rango	Lectura	Referencia
Armado de Motores									
	Indicador	Dial	H31004	Cat	6V 3075			0.01mm	
	Indicador	Dial	H31005	Cat	6V 3075			0.01mm	
	Indicador	Dial	H31007	Starrett	SNP01	25-141		0.001"	
	Indicador	Dial	H31159	Cat	6V 3075			0.01mm	
	Indicador	Digital	H32054	Mitutoyo	543 272B	34802		0.0005"	
	Manometro	Presion	H31008	Cat	SNP01	041380982	0-40000 kpa	500 kpa	
	Manometro	Presion	H31009	Cat	SNP01	041380992	0-40000 kpa	500 kpa	
	Torque	Ajustable	H51002	Cat	1U 7253	s/n	30-150 lb-pi		Amario 58
	Torque	Ajustable	H51011	Snap On	QC2175	304401703	15-75 lb-pie		Anaquel 16
	Torque	Ajustable	H51012	Snap On	QC2175	404400345	15-75 lb-pie		Anaquel 18
	Torque	Ajustable	H51013	Snap On	QC2175	404400371	15-75 lb-pie		Anaquel 20
	Torque	Ajustable	H51014	Snap On	QC2175	404400369	15-75 lb-pie		Anaquel 21
	Torque	Ajustable	H52001	Cat	8T9293	19332	0-250 lb-pie		Anaquel 16
	Torque	Ajustable	H52002	Cat	8T9293	19333	0-250 lb-pie		Anaquel 21
	Torque	Ajustable	H52015	Cat	4C 5492	5434	0-100 lb-pie		Anaquel 16
	Torque	Ajustable	H52016	Cat	8T9293	17886	0-250 lb-pie		Anaquel 16

INFO Herramientas x Area -Componentes Menores									
Diseñado y Elaborado por Procesos en Servicios									
Bahías	Tipo de Herramienta	Detalle	Codigo ID	Marca	N° Parte	Serie	Rango	Lectura	Referencia
Armado de Culatas									
	Calibrador	Vernier	H31056	Mitutoyo	SNP01	9141130		0-6"	
	Guideline For Reusable Parts	Standard	H33015	Cat	6V 7895			12.7750	
	Guideline For Reusable Parts	Standard	H33016	Cat	6V 7058			9.500 / 9.550	
	Guideline For Reusable Parts	Standard	H33017	Cat	6V 7068			9.460 / 9.458	
	Guideline For Reusable Parts	Standard	H33018	Cat	6V 9734			8.035 / 8.080	
	Indicador	Dial	H31058	Starrett	SNP01	81245			
	Indicador	Dial	H31059	Cat	5P 6517				
	Manometro	Presion	H12049	Cat	8T 0847		0-72 Psi		Bomba de Vacio
	Micrometro	Profundidad	H31057	Starrett	SNP01	445	0-9"		
	Torque	Ajustable	H51005	Snap On	QC2175		15-75 lb-pie		Mesa ploma
	Torque	Ajustable	H52107	Cat	9S7354	8795	0-300 lb-pul		Mesa ploma
	Torque	Ajustable	H52109	Cat	8T9293	15349	0-250 lb-pie		Mesa ploma
	Torque	Ajustable	H52110	Cat	9S7353	9737	0-175 lb-pie		Mesa ploma
	Torque	Ajustable	H52145	Cat	6V4980	100120011	5 - 50 dNm		

Al implementar estas ganancias rápida nos permitiremos implementar un plan de medición para nuestro proyecto six sigma; al ejecutar este podremos encontrar otros problema que muy probablemente no estén a la vista y que no se puedan resolver con estas ganancias rápidas.

Dializado de Aceites:

El uso de aceite dializado en los talleres es importante debido al control de contaminación y a la preservación de los sistemas hidráulicos de tren de fuerza y de aceite de motor. Este proceso de dializado en una primera etapa era realizado para abastecer solo al taller que atendía el área de mantenimiento, pero a solicitud de la gerencia los demás talleres empezaron a solicitar este aceite como parte de sus suministros de uso cotidiano.

Para poder saber la importancia del dializado de aceites en el proceso productivo veamos el siguiente ejemplo:

Figura 27: Proporción cucharada de polvo y cilindro de aceite.

¿Cuánto es demasiado?



¡1/2 cucharadita de polvo contamina un sistema o un tanque de 55 galones!

En una bomba de 32gpm, que funciona 8 horas por 200 días al año,
**¿cuantos kgs habrán circulado por ese sistema, suponiendo que
media cucharadita es igual a 3gr (0.003Kg)?**

$$32g * 60m * 8h * 200d = 3,072,000gal(anuales)$$

Cada 55 gal de aceite que pasan en el sistema es igual a 3 gr de polvo, por lo tanto:

$$\frac{3,072,000}{55} = 55,854.5cuch * 0.003 = 167.6Kg(anuales)$$

Si el código ISO (4406) del aceite utilizado en el proceso productivo es de 19/16 la contaminación que pasaría por el sistema sería de 286 Kg/Anuales; en cambio si el código ISO fuera de 16/13 la contaminación que pasaría por el sistema sería de 9Kg/Año.



Figura 28: Proporción 286 Kg./año y 9 Kg./año.

Según esta información, **¿Mantenimiento de Planta debería de Tener a cargo el proceso de Dializado? ¿Deberíamos de invertir 8hr-h al día de nuestro personal de mantenimiento para realizar el proceso de dializado?**

La propuesta de mejora seria:

Figura 29: PROCESO AS IS: (Mantenimiento Dializa y entrega a los demás Talleres)

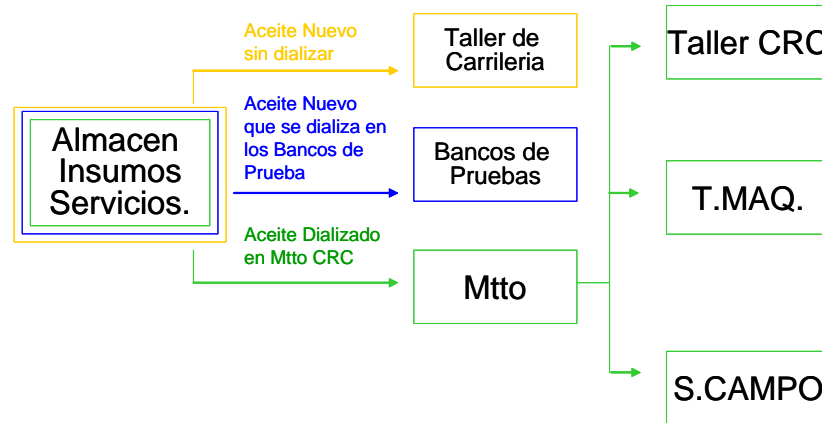
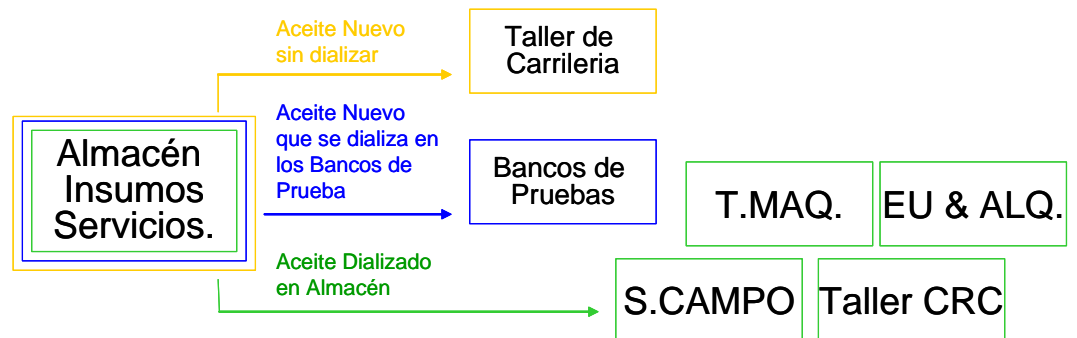


Figura 30: PROCESO TO BE: (Almacén Dializa y entrega a los demás Talleres)



Para esto se transfirió la sala de Dializado de Aceite al Almacén de Suministros

Figura 31: Imágenes sala de diálisis de aceites.



Calibración de Herramientas:

La calibración de herramientas es un proceso muy importante que no debe de faltar en ninguna empresa con miras a obtener la certificación ISO 9001. Así mismo las empresas certificadoras de calidad incluyen la calibración como parte del proceso de Homologación de las empresas que desean proveer un servicio.

Bajo este concepto de calibración de Herramientas, hemos apreciado que el control del proceso tiene deficiencias. Por lo cual se mapeo el proceso:

En el uso de las herramientas:

Figura 32: Uso actual de herramientas.



Como se puede apreciar en estas imágenes, el uso de la herramienta e instrumentos de medición/exactitud es cotidiano, lo cual ha ocasionado que el personal técnico no tomen conciencia de la importancia de mantener estas herramientas en buen estado. (No en los tornos de trabajo, ni en los gaveteros personales o siendo transportados en un coche con varias herramientas similares).

Si las condiciones de trabajo son a este nivel, se creyó conveniente que la calibración de las herramientas sea con una frecuencia menor (mientras que se mejore el cuidado en el uso de las mismas). Si el uso de las herramientas es en estas condiciones

¿Mantenimiento estará realizando adecuadamente la calibración de las herramientas?

En la calibración de Herramientas:

Las herramientas utilizadas en el área de producción son de tres tipos:

- Instrumentos de Medición (Longitud)
- Llaves de Torque (Torque)
- Manómetros (Presión)

Instrumentos de Medición (Longitud).- Para el primer caso, el área de mantenimiento, al no tener los equipos, patrones y la infraestructura apropiada para realizar esta labor envía los instrumentos a calibrar con un proveedor externo. El cual tiene un tiempo de atención amplio y no cuenta con una certificación apropiada para realizar las calibraciones.

Llaves de Torque y Manómetros.- Actualmente el área de mantenimiento realiza un proceso de calibración de estas herramientas/instrumentos, a continuación se explicará como se lleva a cabo el mismo.

Figura 33: Imágenes del proceso de verificación de herramientas.



De las siguientes imágenes se puede apreciar lo siguiente:

- No se siguen metodologías normalizadas.
- Los equipos no son los adecuados para la “calibración” de las herramientas
- El ambiente no es controlado
- El personal no es el adecuado
- El almacenamiento posterior a la calibración puede empeorar el estado de la herramienta.

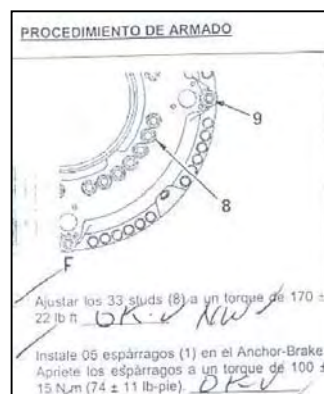
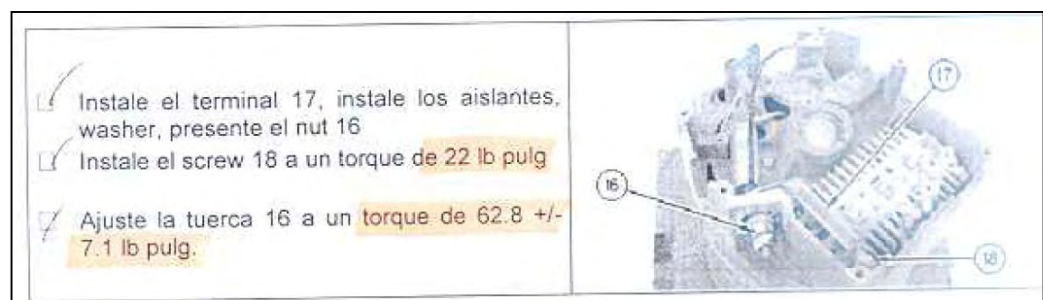
Este proceso de calibración puede poner en duda las mediciones y los ensayos que se lleven a cabo en el proceso productivo de la empresa. Un ejemplo adicional es que los manómetros son utilizados en bahías y en bancos de Pruebas:

Figura 34: Imágenes manómetros en bancos de pruebas.



Mientras que las Llaves de Torque (Conocidas como Torquímetros) son utilizadas bajo especificaciones del Fabricante.

Figura 35: Imágenes listas de verificación de armado.



Para evitar poner en duda nuestros procesos de medición y torque se opto por dejar de calibrar este tipo de herramientas en el área de mantenimiento y de manera similar a los instrumentos de medición, se opto por cambiar a proveedores que representan marcas extranjeras de prestigio para poder llevar a cabo la calibración de las mismas.

Por lo tanto el área de mantenimiento YA NO REALIZARIA CALIBRACION DE HERRAMIENTAS.

De las Tareas que se le asignan al Área (en general):

Como se había mencionado anteriormente, el área de Mantenimiento cumple el rol de ser “Todista” para el Taller al cual le da Soporte. Un último ejemplo de esto es que para optar por un sistema de calidad, las diferentes jefaturas (incluyendo la de mantenimiento) definieron como pendientes las actividades siguientes:

Tabla 6: Actividades que se definieron como pendientes de mantenimiento para auditoria de calidad.

ITEM	QUE	QUIEN	CUANDO
1	Los flúidos utilizados en el CRC, no logran los códigos ISO 4406	J.Avalos	
2	Los registros de mantenimiento referidos a la diálisis de aceite, deben de archivar y mantener una tendencia que muestre los códigos ISO, dentro de los valores especificados por CAT con una antigüedad mayor a 30 días	J.Avalos	
5	Implementar filtros en el punto de llenado de combustible para el tanque del dinamómetro	L.Sánchez	
6	Los registros de mantenimiento, deben de estar junto con los equipos	L.Sánchez	
8	Vías de tránsito entre la zona de desarmado y lavado permanece muy sucia y con derrames de aceite	L.Sánchez	
18	Limpieza externa de equipos (ventiladores, motores eléctricos, jib cranes, etc)	L.Sánchez	Permanente
22	Colocar fooro de marroquin sobre el techo de los estantes de componentes menores (turbos, lab de inyecc	L.Sánchez	11/11/2006
56	Limpieza y pintura de puertas todas las puertas enrollables.	L.Sánchez	
104	Colocar nuevos letreros que identifiquen las áreas del CRC. Estan torcidos	L.Sánchez	
110	Se deben de usar dispensadores de papel en las áreas de trabajo.	L.Sánchez	
119	Pintar carritos y racks en general	L.Sánchez	
136	Modificar las puertas de los racks para que cierren	L.Sánchez	
148	Adecuar mesa bajo el anaquel de herramientas de dinamómetro	L.Sánchez	
150	Pintado de anaqueles y racks (Uniformizar)	L.Sánchez	
166	Herramientas dobladas y hechizas en el área de mantenimiento	J.Avalos	17/04/2006
168	El área de mantenimiento debe de comunicar al área de seguridad cuando implemente o retire un elemento de izaje	L.Sánchez	29/05/2006

En Resumen:

Al área de mantenimiento se le han retirado diferentes actividades que nos darán la posibilidad de realizar un PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

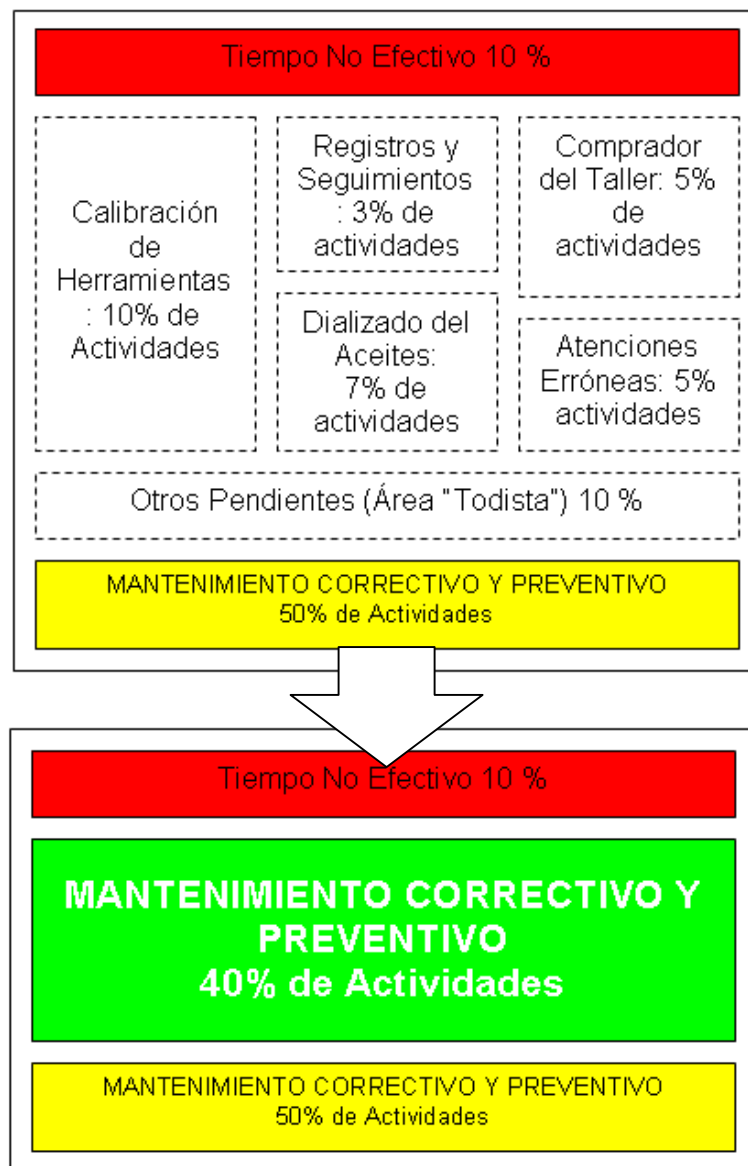


Figura 36: Porcentaje de tiempos obtenido de ganancias rápidas.

Por lo tanto consideramos que mantenimiento en su nueva forma de trabajar podría mejorar la disponibilidad de maquinas y equipos en los talleres de la empresa.

II. MEDIR EL RENDIMIENTO:

El objetivo de esta sección es:

- Identificar indicadores de entrada, proceso y salida.
- Desarrollar el plan de medición y Recopilar Datos.
- Representar y analizar datos.
- Determinar el rendimiento sigma.
- Análisis de la Capacidad del Proceso.
- Recopilar otros datos de rendimiento de referencia

II.1. Identificar Indicadores de Entrada, Proceso y Salida:

Al tener todos los procesos del área de mantenimiento mapeados, se identificarán los diferentes indicadores que se utilizarán para la presente Tesis. Estos indicadores serán:

+ Indicadores de Entrada:

- Promedio de BackLogs Recibidos Mensualmente
- Lead Time entre la Recepción y la ejecución del BackLog

+ Indicadores de Proceso

- Lead Time de Desarmado / Evaluación (Antes de la compra de un bien o servicio)
- Lead Time de Desarmado / Evaluación y Reparación (Sin compra de un bien o servicio)
- Lead Time de Atención de Logística.
- Lead Time de Reparación (Después de la compra de un bien o servicio)

- Correlación entre el tiempo de atención de Logística vs. el tiempo de atención del Backlog
- Cantidad de Herramientas con Fechas de Calibración Actualizada Vs Herramientas con Fechas de Calibración Vencidas.

+ Indicadores de Salida.

- Morosidad.
- Promedio de BackLogs atendidos mensualmente
- Variabilidad del Proceso (Sin la compra de un bien o servicio)
- Variabilidad del Proceso (Con la compra de un bien o servicio)
- Capacidad del Proceso (Sin la compra de un bien o servicio)
- Capacidad del Proceso (Con la compra de un bien o servicio)

FORMULAS

Todos los indicadores tipo Lead Time (los cuales se calculan con la resta de dos fechas) los promedios y otros indicadores se calcularon en el Excel/Minitab a través de un Plan de Medición, el cual presentaremos más adelante.

La morosidad la calculamos en base a la siguiente formula:

$$Y = \% BackLogs(X_{1,2,3}) = \frac{\sum BackLogsAbiertos(X_{1,2,3})}{\sum BackLogsAbiertosTotales}$$
$$X_1 = Menor_15_dias$$
$$X_2 = Entre_15y30_dias$$
$$X_3 = Mayor_30_dias$$

La Variabilidad, Correlación y la Capacidad del Proceso los calculamos usando el programa MINITAB.

II.2. Desarrollar el Plan de Medición y Recopilar Datos:

Para recolectar la información y poder trabajar con los indicadores mencionados líneas arriba, se procedió a utilizar el ACCESS mencionado en el CAPITULO DEFINIR (sección Ganancias Rápidas *“La metodología usada para registrar la información”*).

Preparada la base de datos en la cual se iba a recopilar la información se procedió a definir una fecha de inicio y fin, siendo para la presente tesis:

INICIO:	31 de Julio del 2006.
FIN:	8 de Julio del 2007.

Para llevar a cabo a la medición se nombro como responsables al Supervisor del Taller de Mantenimiento Actual y a la Auxiliar de Mantenimiento, quienes se comprometieron a levantar la información con el fin de lograr mejoras en el proceso.

Figura 37: Personal involucrado en recopilación de datos.



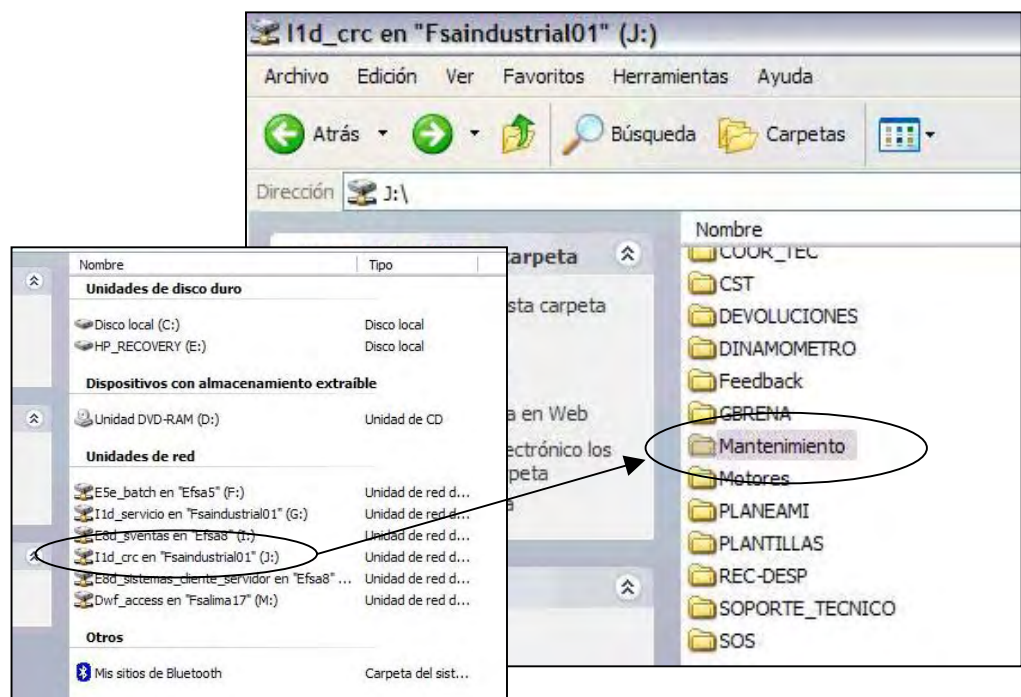
Supervisor de Mantenimiento.



Auxiliar de Mantenimiento.

Así mismo se colocó la base de datos en una ubicación en RED conocida por todo el personal como “Disco J:”, al tener la base de datos en RED esto permitió hacer seguimiento y registro de las actividades desde cualquier computadora del taller.

Figura 38: Ubicación en RED de la base de datos Access.



El formato que se utilizará para recopilar información es el formato que se usa para solicitar los BackLogs (Ordenes de Trabajo) y los Formatos que se usan para solicitar la atención de logística.

Figura 39: Formatos usados para recopilación de datos.

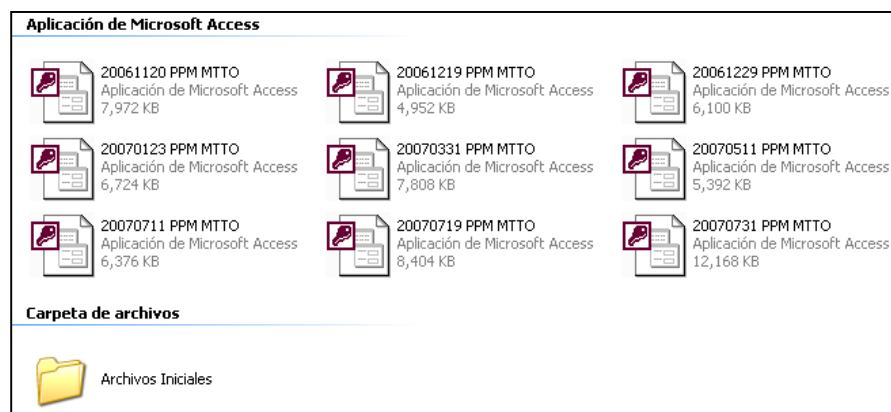
The figure displays four overlapping forms used for data collection in a maintenance area:

- solicitud de trabajo (Mantenimiento CRC) N° 005401:** A form for requesting maintenance work. It includes fields for the requester (Yashin Aranda V.), code (1209), area (MOTORES CRC (BOHIA 4-E)), and date (15/Nov/2007). It also has checkboxes for maintenance type (preventive, corrective, others) and equipment status (new, replacement, repair).
- solicitud de trabajo (Mantenimiento CRC) N° 005109:** A similar form for requesting maintenance work. It includes fields for the requester (Yashin Aranda V.), code (1209), area (MOTORES CRC (BOHIA 4-E)), and date (15/Nov/2007). It also has checkboxes for maintenance type (preventive, corrective, others) and equipment status (new, replacement, repair).
- informe de servicio de mantenimiento:** A form for reporting maintenance service. It includes fields for date, equipment, location, and type of maintenance (preventive, corrective). It also has a section for describing the service and a table for materials and parts used.
- SOLICITUD DE SERVICIOS A TERCEROS N° 000753:** A form for requesting services from third parties. It includes fields for the requester, date, and time. It also has a table for listing items, OT, SEG, COMPONENTE, CANT., and TRABAJO A REALIZAR.

Se utilizarán todos los datos registrados en la Base de Datos Access, incluyendo los de aquellos trabajos que no estén vinculados a Mantenimiento. Así mismo se excluirán aquellos trabajos que no cuenten con toda la información completa. (Se hicieron BackUps de la base de datos en diferentes momentos)

Por ultimo, los controles que se utilizaban antes de implementar el Access y antes de desarrollar la presente TESIS, fueron utilizados como punto de partida referencial.

Figura 40: Registro por fechas de la base de datos.



II.3. :Representar y Analizar Datos:

Morosidad:

La morosidad (indicador de salida) la calculamos en base a la siguiente formula:

$$Y = \% BackLogs(X_{1,2,3}) = \frac{\sum BackLogsAbiertos(X_{1,2,3})}{\sum BackLogsAbiertosTotales}$$

$X_1 = Menor_15_dias$

$X_2 = Entre_15y30_dias$

$X_3 = Mayor_30_dias$

Este indicador nos mostrara el estado actual del área de mantenimiento, siendo el resultado (tomado de diferentes fechas) el siguiente:

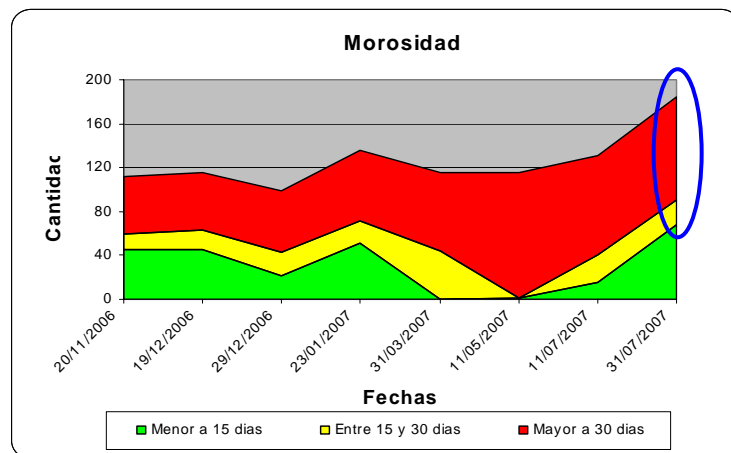
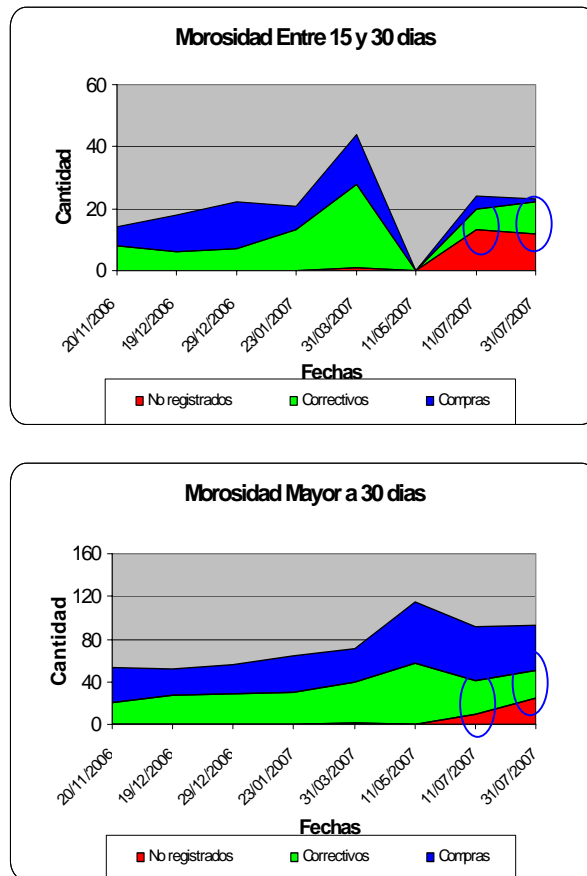


Figura 41: Morosidad de ordenes de trabajo.

En el grafico podemos apreciar que tenemos más de 50 órdenes de trabajo con una morosidad mayor a 30 días.

Adicional a esto quisiéramos analizar que tipo de requerimientos son los que conforman la morosidad mayor a 30 y la morosidad entre 15 y 30 días.

Figura 42: Otros intervalos de morosidad.



Los mantenimientos correctivos conforman gran parte de las ordenes de trabajo con mayor morosidad, lo cual nos orienta a estudiar el **Lead Time** de atención del área de mantenimiento.

Estimado del Lead Time:

Se procedió a estimar con el personal de mantenimiento y con el cliente interno los tiempos de atención del proceso. Adicional a esta información se obtuvieron algunas muestras de los tiempos de atención y se graficaron los lead time como se muestra a continuación:

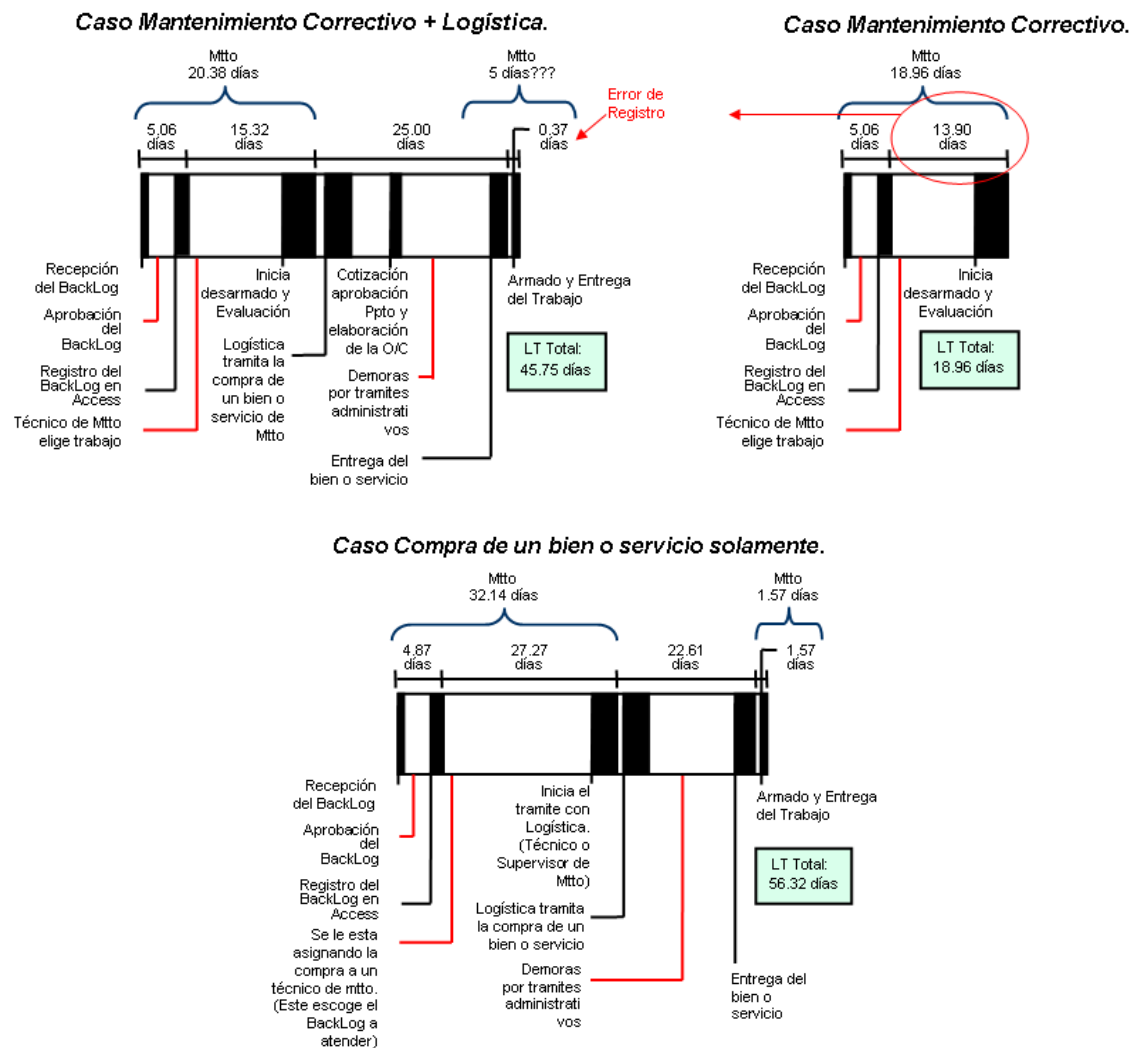


Figura 43: Lead time con posibilidades de mejora.

La zona blanca que se muestra en cada una de las graficas son aquellos tiempos que se podrían mejorar según la data obtenida por medio de estimados. Para validar esta información tomamos la información de la Base de Datos que utilizamos como herramienta para “Medir” nuestro

proceso, adicional a esta información utilizaremos las **GRAFICAS DE CONTROL**.

Graficas de Control:

Dos Graficas de Control que se utilizaran para revisar la información que se ha recopilado, son las graficas **de valores medios** y de **amplitudes**.

La primera grafica nos muestra lo siguiente:

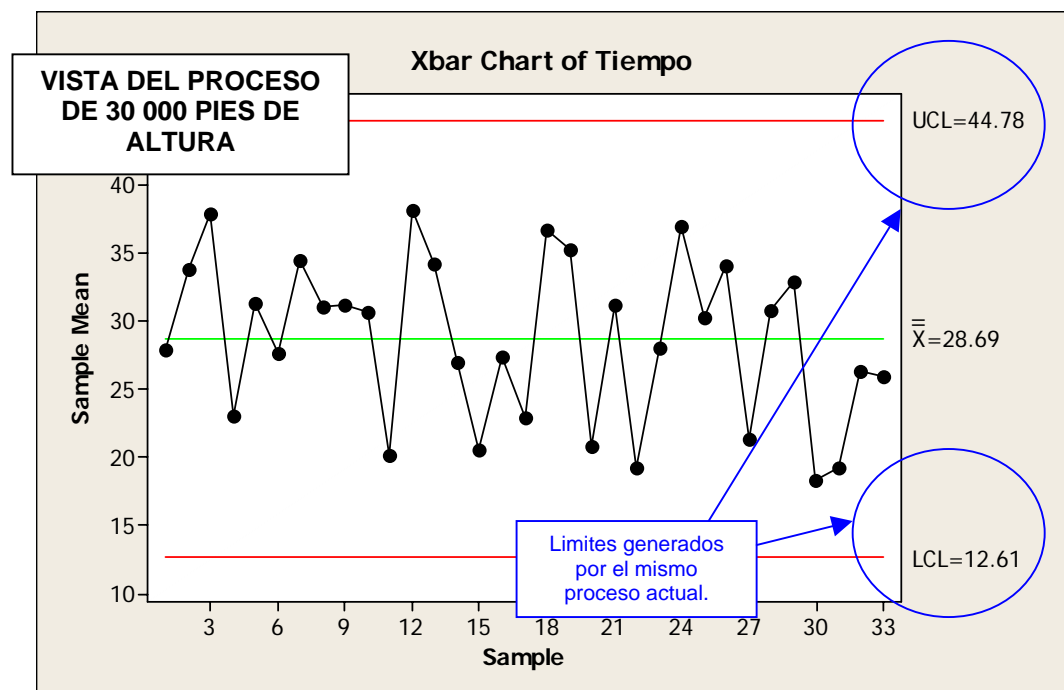


Figura 44: Grafica de valores medios para el proceso general

Aparentemente el proceso estaría en control pero si los limites que el cliente nos solicita cumplir estuvieran entre 12.61 días o 44.78 días.

Así mismo se analizo la amplitud del proceso, encontrándose lo siguiente:

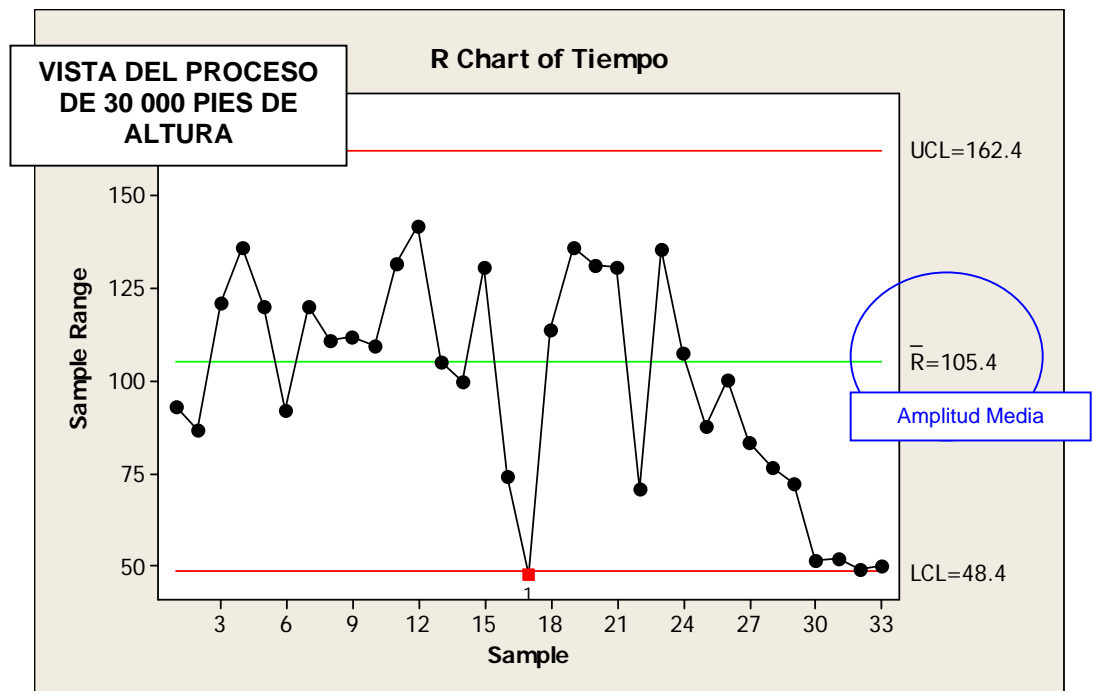
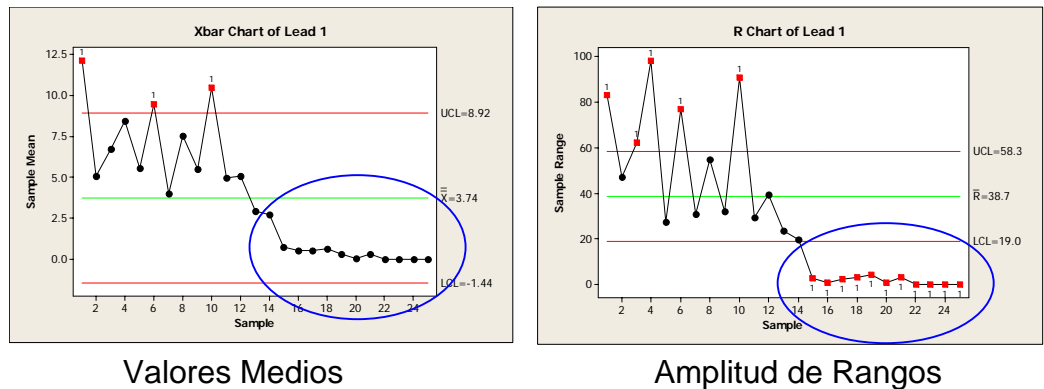


Figura 45: Grafica de amplitudes para el proceso general

Se procedió a buscar cual podría ser la causa de que el proceso fuera tan variable, como resultado se encontraron los siguientes gráficos:

LEAD 1: Desde la Recepción del Requerimiento hasta el Inicio del Trabajo (Figura 46):

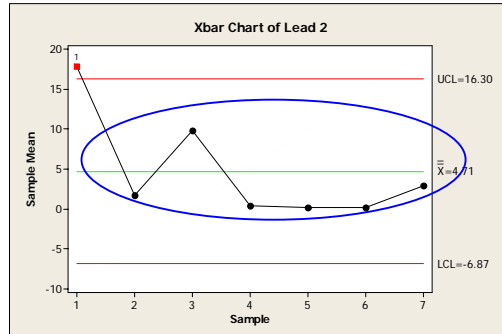


Fecha Inicial: 01/08/2006 Fecha Final: 31/07/2007

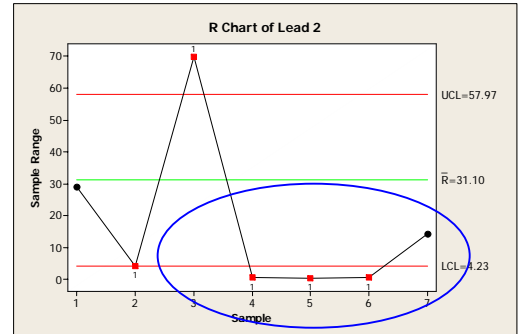
Se puede apreciar que a partir del grupo 14 el lead time desde **que se recibe el requerimiento hasta que se inicio del trabajo** se regulariza, siendo este atendido en un tiempo menor a 2.5 días.

La causa de esto es que en **abril-mayo** del 2007 (fecha del grupo 14) se reviso la información obtenida y se converso con el personal involucrado, a quienes se les solicito mejorar y ordenar el proceso, adicional a esta solicitud se crearon los indicadores para medir el desempeño del área logística, los cuales nos sirvieron en los siguientes gráficos que se presentan:

LEAD 2: Desde el Inicio del Trabajo hasta el Inicio de Logística (Figura 47)



Valores Medios



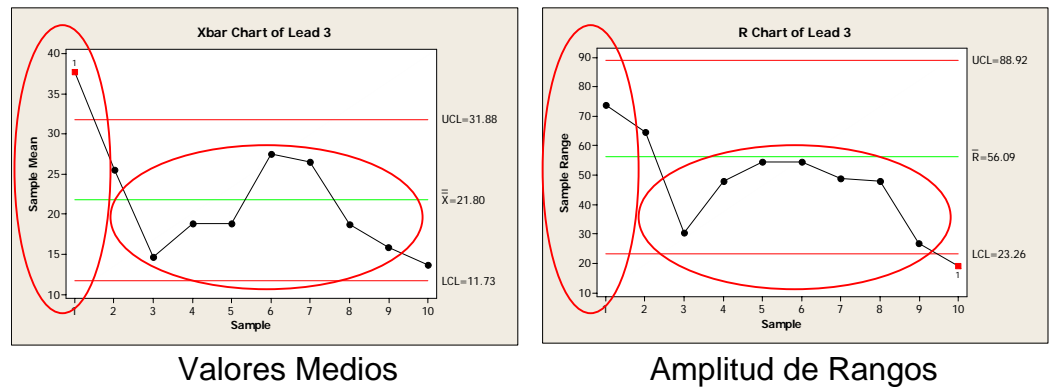
Amplitud de Rangos

Fecha Inicial: 24/04/2007 Fecha Final: 31/07/2007

De igual manera analizando el lead time desde que **se inicia la atención del trabajo de mantenimiento hasta generar un requerimiento a logística**, vemos que el proceso esta en control salvo en el grupo 3 que tiene una variación en su amplitud mayor a 60 días.

Luego de haber analizado los Leads Time de **Recepción** y de **Inicio de Trabajo**, se procedió a analizar los Leads Time de **Logística** (nuestro proveedor) y del término del **Trabajo de Mantenimiento**.

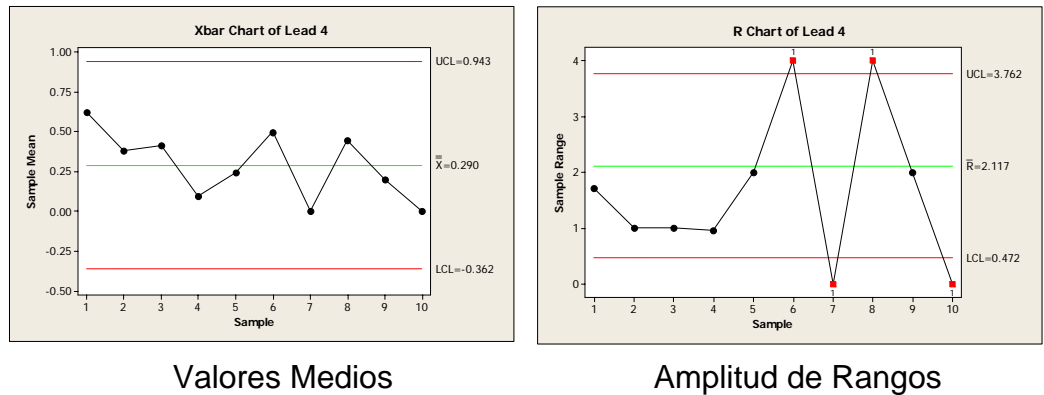
LEAD 3: Desde el Inicio de Logística hasta el Fin de Logística (Figura 48)



Fecha Inicial: 14/04/2007 Fecha Final: 18/07/2007

En ambas graficas podemos apreciar que el tiempo de atención del área de logística es amplio, estando en un promedio mínimo entre 10 y 15 días de atención, con una diferencia de 20 días entre sus valores máximos y mínimos de los grupos mostrados en los gráficos.

LEAD 4: Desde el Fin de Logística hasta el Fin del Trabajo (Figura 49)

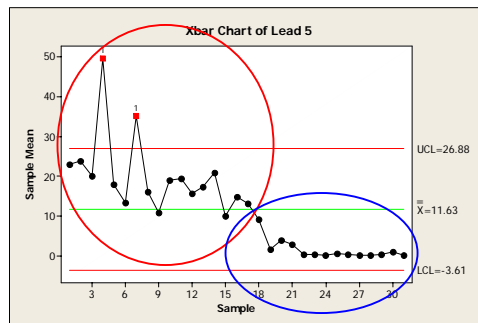


Fecha Inicial: 30/04/2007 Fecha Final: 30/07/2007

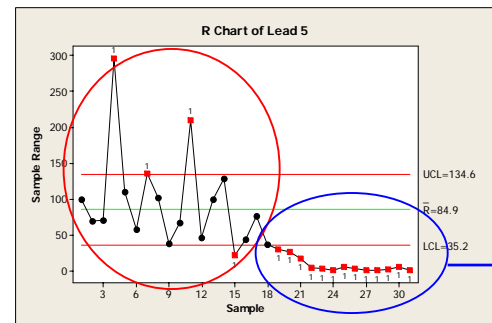
Al ver a simple vista la siguiente grafica se podría decir que el área de mantenimiento es variable respecto al termino de los trabajos requeridos por parte de los talleres, mas cuando vemos los limites superiores e inferiores de ambas graficas, podemos apreciar que en realidad esta variabilidad es generada en limites menores a 1 día (para el caso de la grafica de valores medios) y limites menores a 4 días (para el caso de la grafica de amplitud de rangos)

Esto nos conllevaría a pensar que el área de mantenimiento tiene un tiempo estándar al momento de terminar o atender una reparación, y que por consiguiente la variación la estaría dando el proceso de nuestro proveedor interno (Logística) para poder dar fe de esto se procedió a ver la variabilidad de la atención del área de mantenimiento cuando no realiza un requerimiento al área de logística.

LEAD 5: Desde que se Recibe el Requerimiento hasta el Fin del Trabajo (Figura 50):



Valores Medios

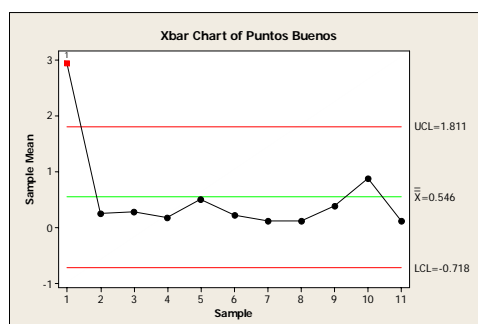


Amplitud de Rangos

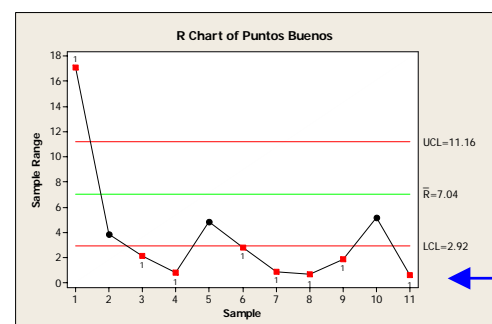
Fecha Inicial: 13/08/2006 Fecha Final: 17/07/2007

Se puede apreciar que aproximadamente en el grupo 21 el proceso se estabiliza; esto se debe a que dentro de estas graficas se encuentra también el proceso de logística, el cual no se diferencio antes del mes de abril.

Esto quiere decir que para un grupo de muestras donde no intervenga el proceso logístico seria el siguiente (Figura 51 Muestras donde no interviene el proceso logístico).



Valores Medios



Amplitud de Rangos

Fecha Inicial: 23/05/2006 Fecha Final: 17/07/2007

De estos dos grupos de gráficos podemos concluir que el proceso logístico estaría afectando la variabilidad del proceso, ya que el proceso logístico estaba incluido en el proceso general desde el **grupo 1 hasta grupo 21** mostrando así una gran variabilidad en este rango.

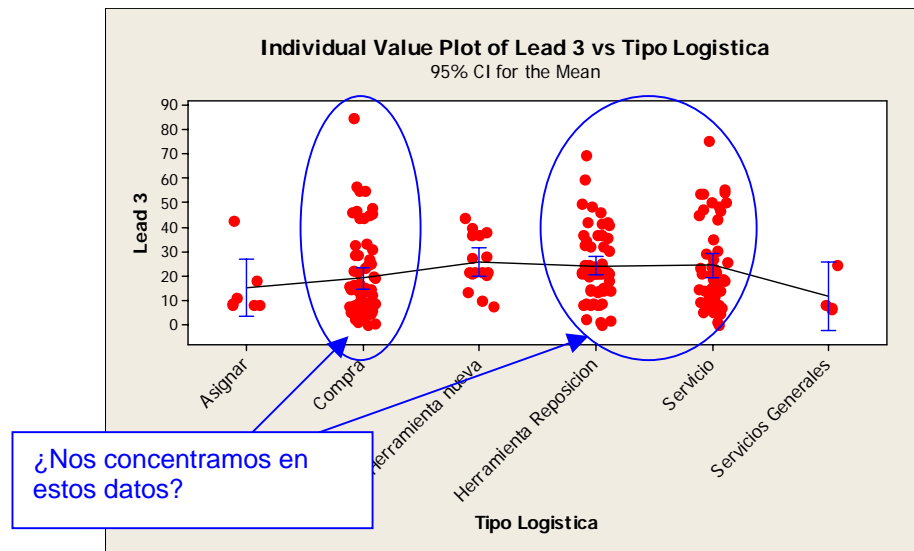
Luego de haber detectado nuestro primer objetivo, estaría pendiente definir que parte del proceso logístico estaría afectando el proceso completo en mayor escala.

Para poder analizar el LEAD TIME del área logística, se procedió a clasificar los requerimientos según el tipo de los mismos:

- Servicios Generales.
- Herramientas Nuevas.
- Herramientas Reposición.
- Servicios Solicitados a Terceros.
- Compras en General.
- Asignar (Son aquellos que por descuido de la persona que registra la información no se clasificó la solicitud en ninguno de los tipos mencionados anteriormente).

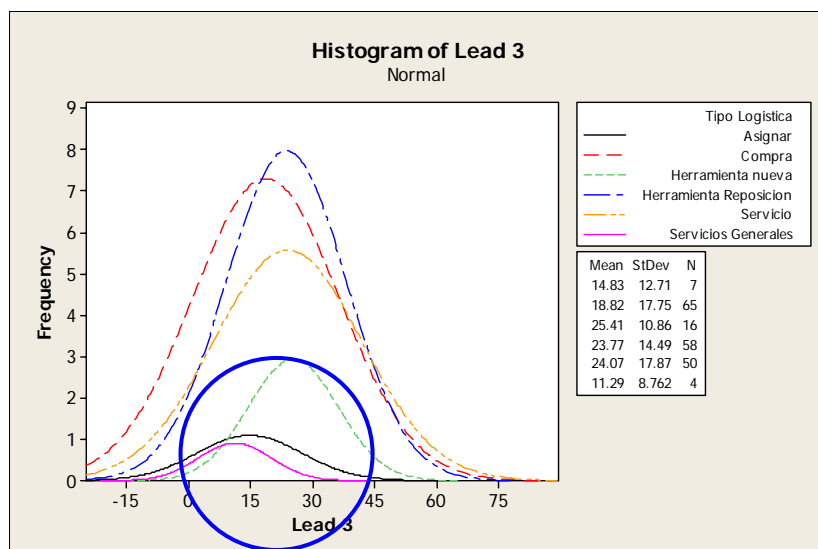
Posterior a esto se hizo una **Exploración de los Datos** obtenidos en el LEAD 3, obteniéndose lo siguiente:

Figura 52: Exploración de Datos Lead 3.



Para cada Tipo de Dato debemos de tomar una “acción a seguir” por lo cual se procedió a observar los datos en un histograma por grupos:

Figura 53: Histograma por grupos Lead 3.



En el histograma podemos apreciar que “Asignar”, “Servicios Generales” y “Herramientas Nuevas” son tipos de requerimientos que no se realizan constantemente y en grandes cantidades por lo cual debemos de **Analizar** si el Lead Time del proceso logístico depende de el Tipo de Requerimiento que se le realice.

II.4. Determinar el Rendimiento Sigma:

La actual TESIS esta presentando como indicador principal los LEAD TIME de todos los procesos que se llevan a cabo en una orden de trabajo del área de mantenimiento; para determinar el rendimiento sigma definiremos cuales son los tiempos considerados como “erróneos” en cada uno de los procesos analizados.

Para calcular el Rendimiento Sigma utilizamos la siguiente formula:

$$X = \frac{DefectosEncontrados}{DefectosTotalesPosibles} * 1,000,000$$

X = Cantidad de defectos por Millón para nuestro caso de estudio.

El valor de X debemos de ubicarlo en la Tabla 7: Conversión de Six Sigma:

Y	Sigma	Errores	X
	4,00	6,200.0	
	4,13	4,350.0	
	4,25	3,000.0	
	4,38	2,050.0	
	4,50	1,300.0	
	4,63	900.0	
	4,75	600.0	
	4,88	400.0	
	5,00	230.0	
	5,13	180.0	
	5,25	130.0	
	5,38	80.0	
	5,50	30.0	
	5,63	23.4	
	5,75	16.7	
	5,88	10.1	
	6,00	3.4	

Siendo nuestro un valor resultante “Y” el cual debería estar entre 3 y 4 para una empresa que tiene implementado el Six Sigma.

Analizando nuestros valores X e Y en el Proceso General de Mantenimiento (Tabla 8: Nivel Sigma Lead Total):

Muestra Total	830	
Buenas	358	*
Malas	472	**

En 1Millon	568,674.70
Rendimiento Sigma	1.33

Tabla de Conversión	Nivel	Errores
	1.25	598,700.00
	1.33	568,674.70
	1.38	549,750.00

- * Llamamos “Buenas” a todas aquellas Órdenes de Trabajo que se solicitaron al área de mantenimiento y que tuvieron una duración menor a 15 días.
- ** Llamamos “Mala” a todas aquellas Ordenes de Trabajo que se solicitaron al área de mantenimiento y que tuvieron una duración mayor a 15 días.

Analizando nuestros valores X e Y en el Proceso General de Mantenimiento sin Incluir Logística.(Tabla 9: Nivel Sigma Lead 5):

Muestra Total	266
Buenas	260
Malas	6

En 1Millon	22,556.39
Rendimiento Sigma	3.50

Tabla de Conversión	Nivel	Errores
	3.500	22,700.0
	*3.503	22,556.4
	3.630	16,800.0

- * Este nivel Sigma fue obtenido de la información a partir del mes de Mayo, en la cual se separo el proceso logístico. (Ver graficas de control anteriores)

En el Proceso General de Logística (Tabla 10: Nivel Sigma Lead 3):

Muestra Total	204
Buenas	91
Malas	113

En 1Millon	553,921.57
Rendimiento Sigma	1.37

Tabla de Conversión	Nivel	Errores
	1.25	598,700.00
	1.37	553,921.57
	1.38	549,750.00

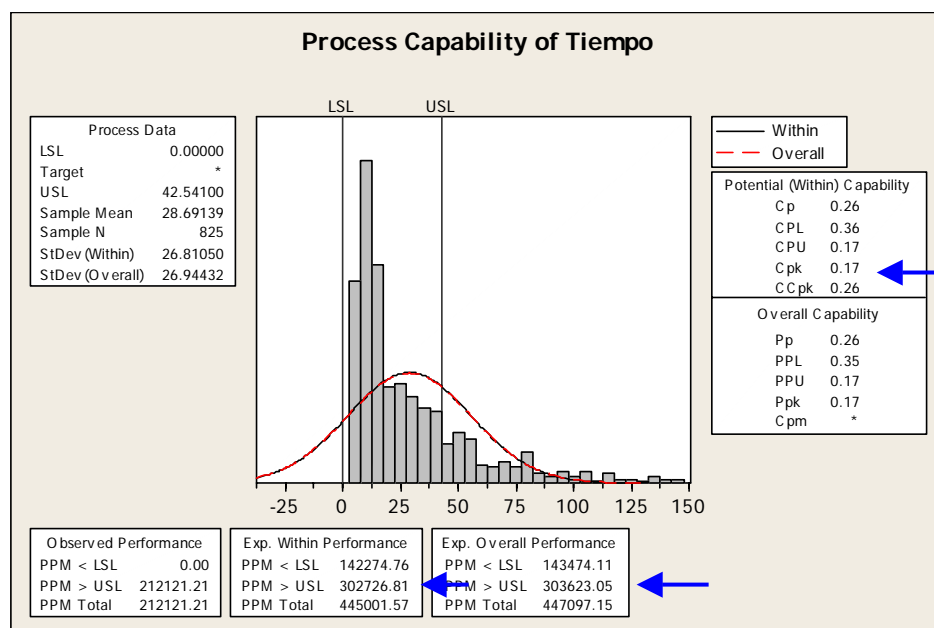
Podemos apreciar que el “Proceso en el que se realiza una solicitud a Logística” y el proceso “Logístico”, propiamente dicho, tienen un Rendimiento Sigma bajo. El cual debe de mejorarse en un corto plazo a un rendimiento sigma de 2.

II.5. Análisis de la Capacidad del Proceso

Analizando el Lead Total de nuestro Proceso (incluyendo la atención de logística) Figura 54: Capacidad del Proceso General.

Limite Superior dado por el proceso 44.78.

Nuestra Meta reducirlo en un 5% =42.541.

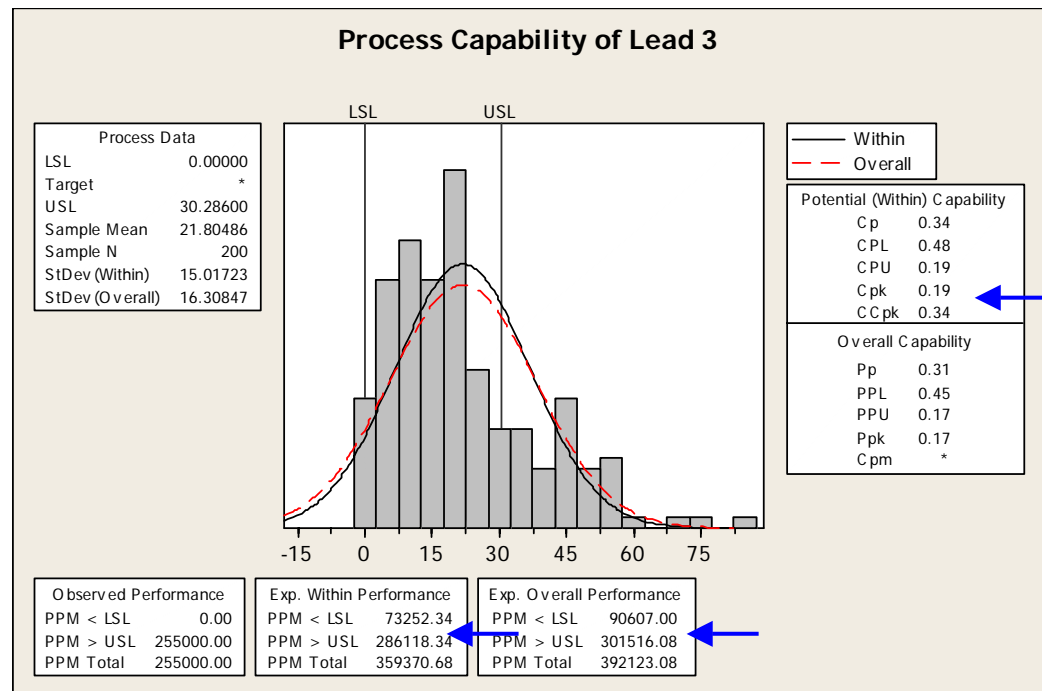


En el grafico podemos apreciar que:

- Nuestro Cpk (cociente entra la amplitud permitida y la natural) es de 0.17 siendo lo optimo que sea mayor a 1.33 y lo mínimo 0.90
- Tenemos requerimientos mayores al USL (Limite Superior Esperado)
- Esto quiere decir que de un millón de requerimientos tenemos que 302,721.81 requerimientos sobre pasan la meta de 42.541 días.
- Por ultimo la cantidad esperada de requerimientos que siempre estarían sobre la meta establecida en nuestro proceso seria de 303,623.05 requerimientos por millón.

Analizando el Lead 3 en el que solo medimos al proceso logístico (Figura 55: Capacidad del Proceso Lead 3):

Limite Superior dado por el proceso 31.88
Nuestra Meta reducirlo en un 5% = 30.286



En el grafico podemos apreciar que:

- Nuestro Cpk (cociente entra la amplitud permitida y la natural) es de 0.19 siendo lo optimo que sea mayor a 1.33 y lo mínimo 0.90
- Tenemos requerimientos mayores al USL (Limite Superior Esperado)
- Esto quiere decir que de un millón de requerimientos tenemos que 286,118.34 requerimientos sobre pasan la meta de 30.286 días.
- Por ultimo la cantidad esperada de requerimientos que siempre estarían sobre la meta establecida en nuestro proceso seria de 301,516.08 requerimientos por millón.

Tanto el proceso general como el proceso Logístico tienen un Cpk alto con posibilidades de incrementar su cantidad de requerimientos que excedan el límite superior permitido. Si nuestro objetivo es controlar el proceso logístico, en que tipo de requerimiento deberíamos centrarnos? Recordemos que el proceso logístico tiene diferentes casos:

- Herramientas Reposición.
- Servicios Solicitados a Terceros.
- Compras en General.

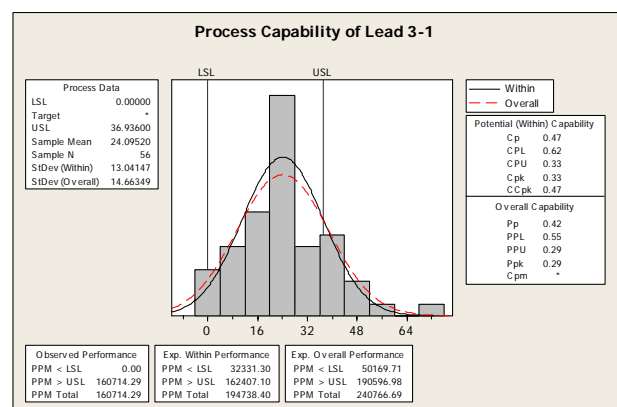
Anteriormente analizábamos los tipo “*Servicios Generales*” y “*Herramientas Nuevas*” mas fueron descartados del análisis por motivos explicados en páginas anteriores.

Para la Reposición de Herramientas (Figura 56: Capacidad del Proceso Reposición de Herramientas):

Límite Superior dado por el proceso 38.88

Nuestra Meta reducirlo en un 5% = 36.936

Cpk = 0.33

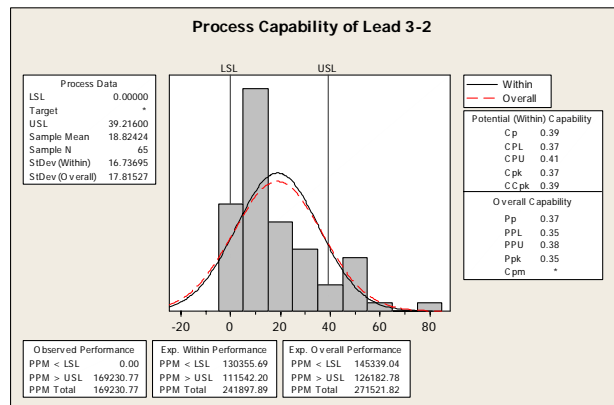


Para las Compras: (Figura 57: Capacidad del Proceso Compras)

Limite Superior dado por el proceso 41.28

Nuestra Meta reducirlo en un 5% = 39.216

Cpk = 0.37

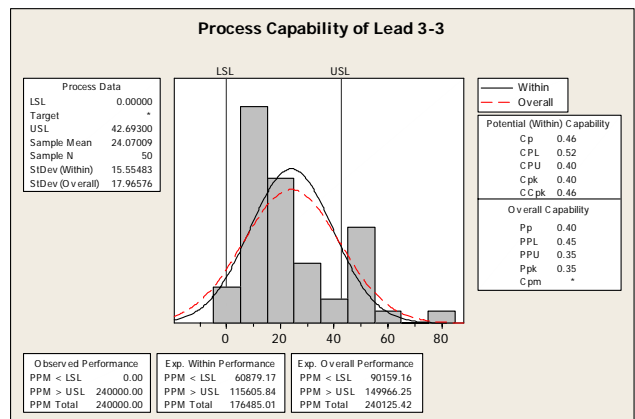


Para los Servicios Solicitados a Terceros: (Figura 58: Capacidad del Proceso Servicios Solicitados a Terceros)

Limite Superior dado por el proceso 44.94

Nuestra Meta reducirlo en un 5% = 42.693

Cpk = 0.40

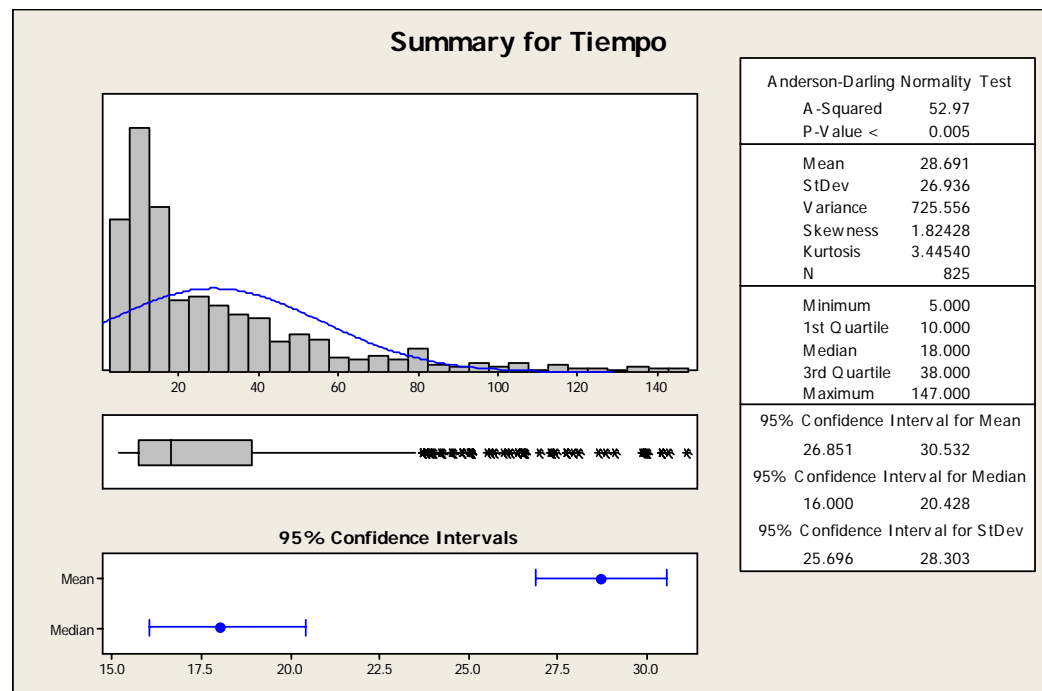


Como los tres tipos de requerimientos, tienen Cpk similares, trataremos de controlar el proceso logístico en general, centrándonos en estos tres tipos de requerimientos.

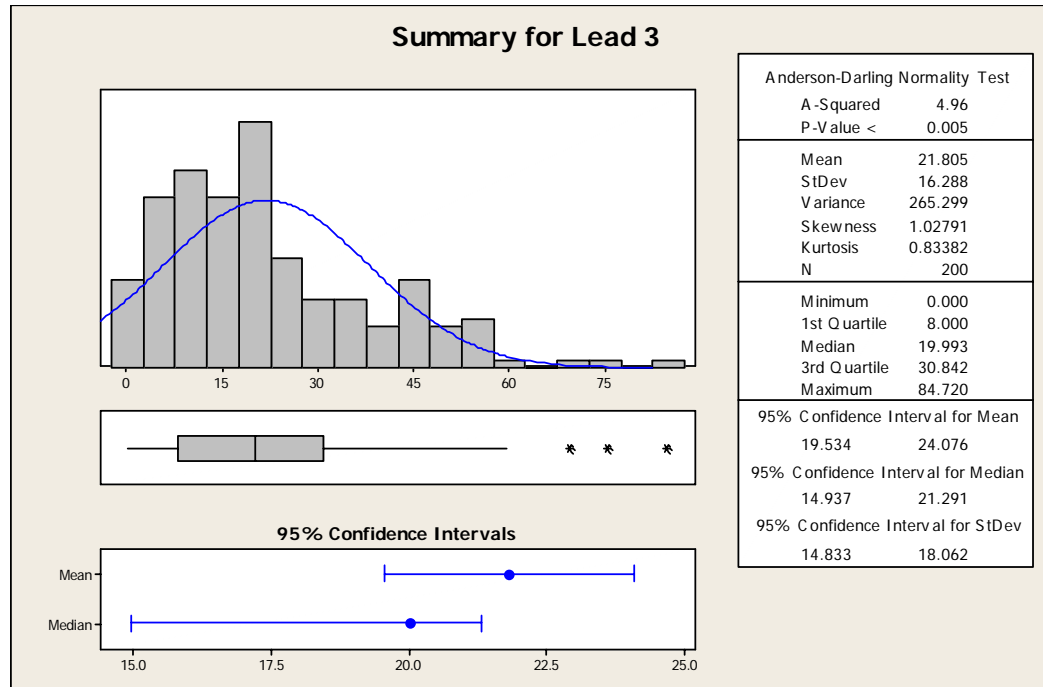
II.6. Recopilar Otros Datos de Rendimiento de referencia:

En la sección anterior hemos revisado la Capacidad del Proceso General y del Proceso Logístico, buscando información adicional de ambos encontramos que:

Proceso General (Figura 59: Datos de referencia proceso general)



Proceso Logístico - Lead 3 (Figura 60: Datos de referencia proceso logístico)



CAPITULO VI: ANALIZAR & MEJORAR

I. ANALIZAR:

El objetivo de esta sección es:

- Encontrar los principales “problemas” mediante el Diagrama de Pareto.
- Analizar histogramas por tipo de proceso
- Elaborar el enunciado del problema (voz del cliente) y desarrollar un diagrama Causa Efecto.
- Elaborar un diagrama de dispersión de acuerdo a las causas que se obtuvieron en el diagrama de Causa-Efecto.
- Elaborar la Matriz de Causa Efecto del proceso de Mantenimiento.
- Análisis de Modalidades y Efectos de Falla.
- Elaborar Modelos Estadísticos (Regresión por diagrama de Dispersión y ANOVA)

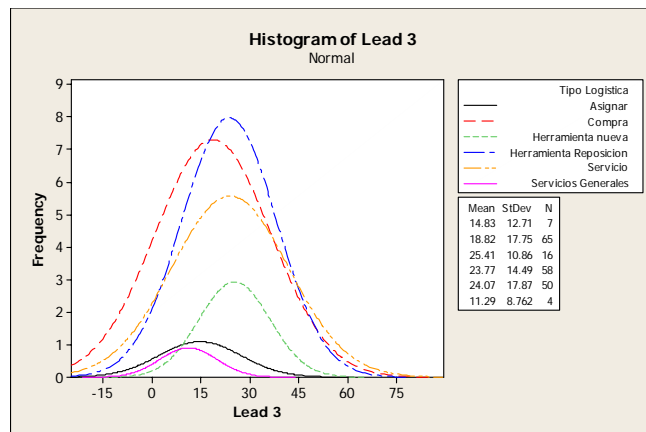
I.1. Diagrama de Pareto:

Del capítulo anterior vimos que las actividades que estaríamos monitoreando del proceso logístico eran las siguientes:

- Herramientas Reposición.
- Servicios Solicitados a Terceros.
- Compras en General.

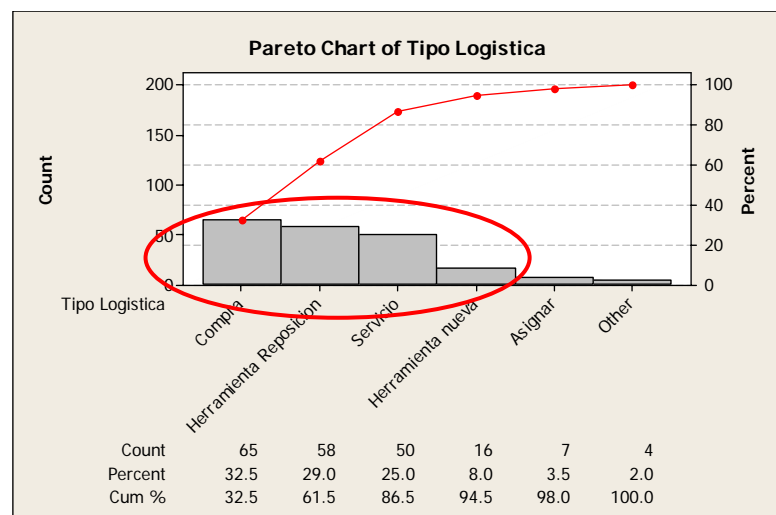
Regresando a nuestro histograma podemos ver que las actividades que más se solicitan al área logística son las mencionadas líneas arriba.

Figura 61: Histograma por grupos Lead 3.



Este histograma podemos mostrarlo también como un diagrama de Pareto, si es que consideramos cada solicitud como un problema que se haya presentado:

Figura 62: Pareto por tipo de atención logística.

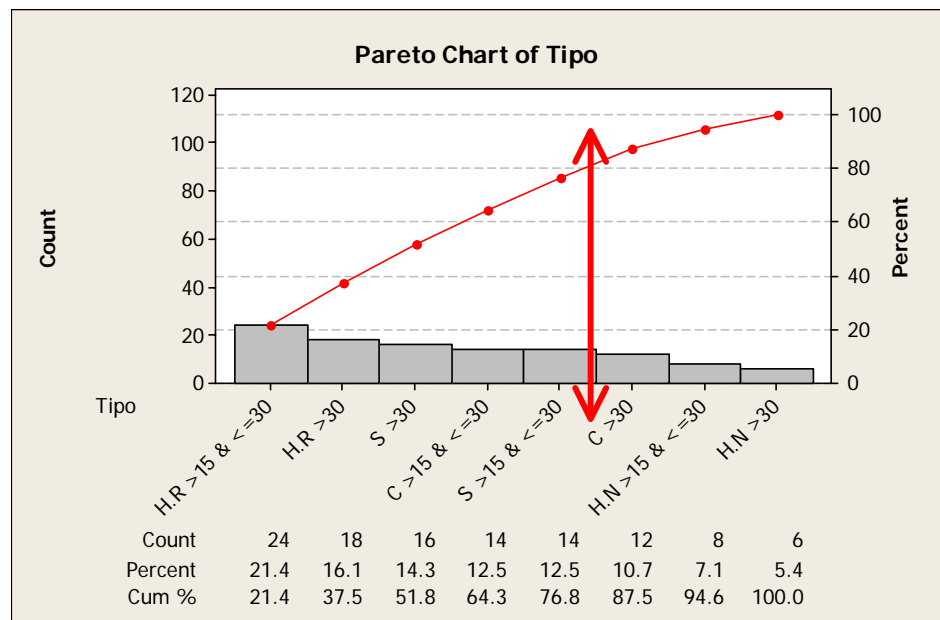


Si cada solicitud fuera un problema, podemos apreciar que el 80% de los mismos están contenidos en las actividades mencionadas líneas arriba, por lo cual procederíamos a analizar realmente cual es el problema en las mismas.

Para un mayor análisis revisamos todas aquellas solicitudes a logística del tipo ASIGNAR y le cambiamos el tipo de solicitud. Así mismo retiramos los requerimientos a Servicios Generales y los de menor cantidad.

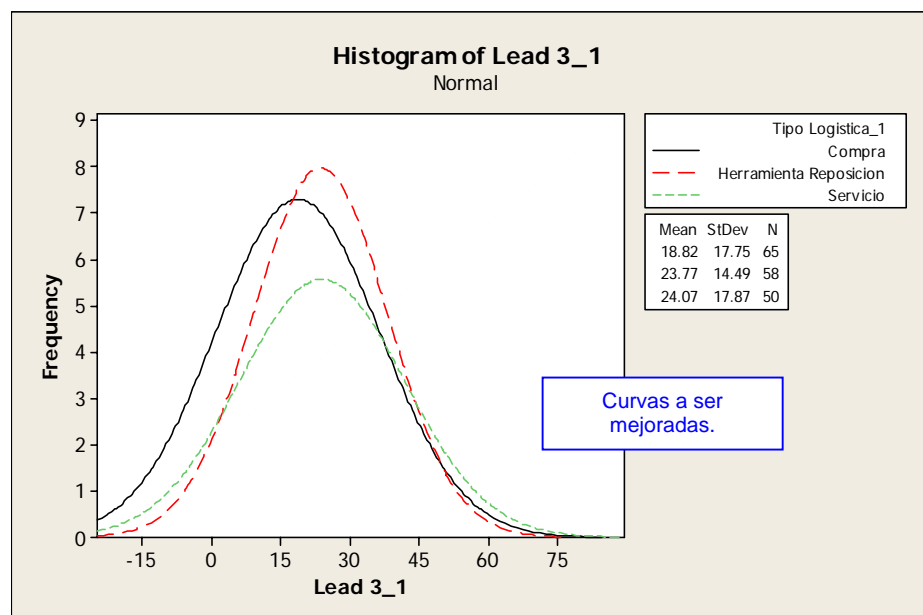
Posterior a clasificar y mejorar los datos procedemos a registrar los errores según el tiempo de atención de logística, este análisis nos dará la siguiente figura:

Figura 63: Pareto según tiempo de atención logística.



El diagrama de Pareto nos muestra que para liberarnos del 80% de nuestros problemas debemos de concentrarnos en los requerimientos tipo: “Compra”, “Herramienta Reposición” y “Servicio”. De paginas anteriores recordamos que el área de mantenimiento **ya no estaría viendo “Compra de Herramientas Nuevas”**; por lo cual para poder mejorar el área y poder realizar un **Programa de Mantenimiento Preventivo** adecuado debemos de concentrarnos en los requerimientos tipo **“Compra”, “Herramienta Reposición” y “Solicitud de Servicios a Terceros”**

Figura 64: Histograma por grupos mas representativos en el Lead 3.

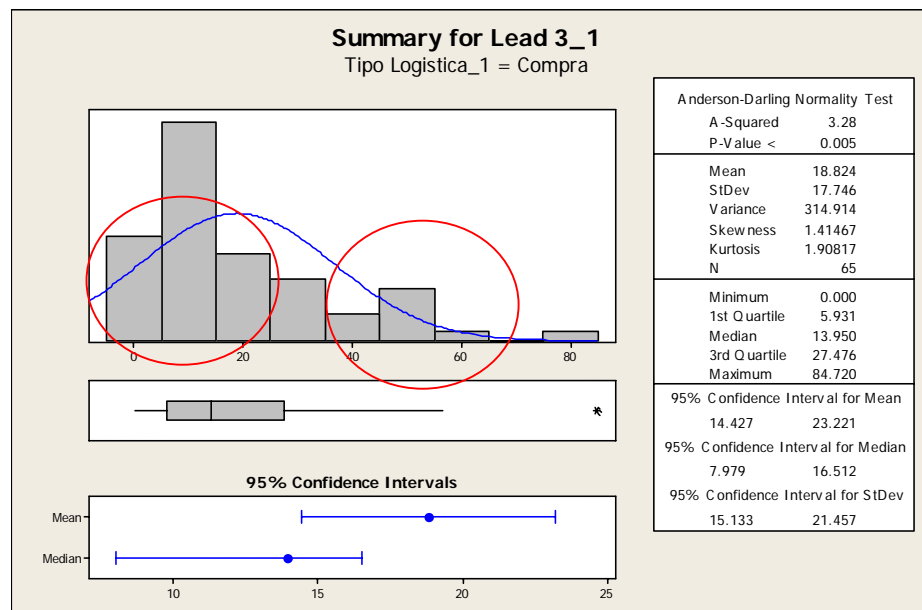


A continuación debemos de revisar cada uno de los requerimientos y ver cual fue el principal factor que pueda estar haciendo fallar nuestro proceso.

I.2. Histogramas por Tipo de Proceso:

A continuación se procede a revisar cada uno de los Procesos que se llevan a cabo en el proceso Logístico.

Figura 65: Histograma de Compras - Lead 3.



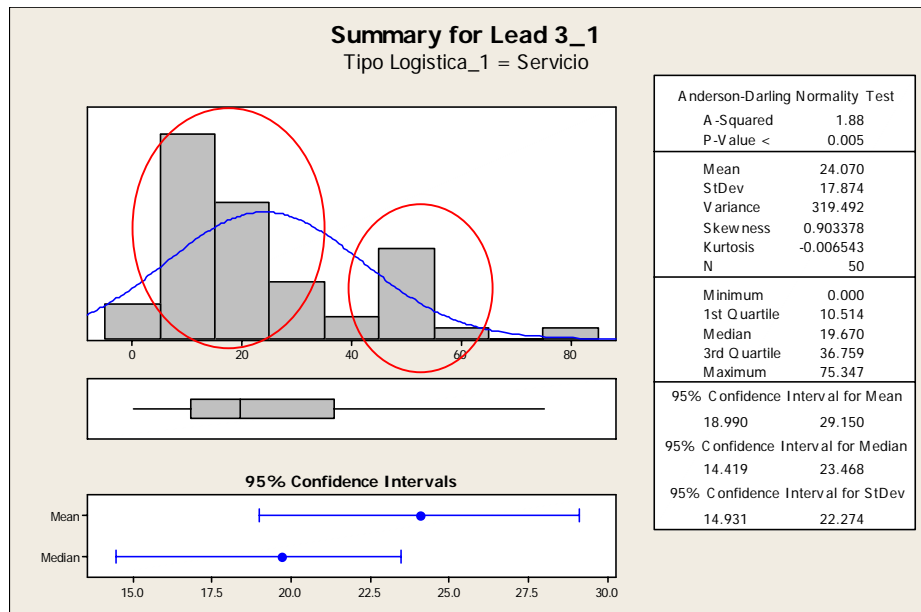
¿Es posible que estemos analizando dos tipos de compras diferentes?

¿Existe la posibilidad que las compras locales estén demorando más de 5 días?

¿Se están comprando ítems que deberían tenerse como inventario en un almacén?

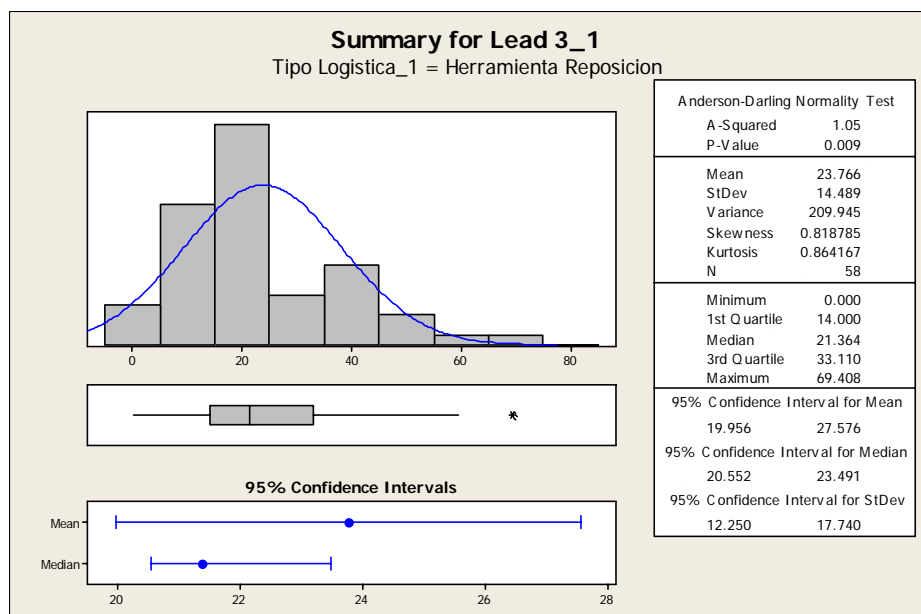
Aparentemente el grafico nos muestra dos poblaciones diferentes

Figura 66: Histograma de Servicios- Lead 3.



De igual forma que el grafico anterior ¿Podríamos estar trabajando con dos poblaciones diferentes?

Figura 67: Histograma de Herramienta Reposición- Lead 3.



En este caso la Reposición de Herramientas presenta un grafico uniforme (a pesar de su amplitud) en comparación a los anteriores. Se podría decir que este proceso estaría un paso más adelante que los otros procesos logísticos mencionados líneas arriba.

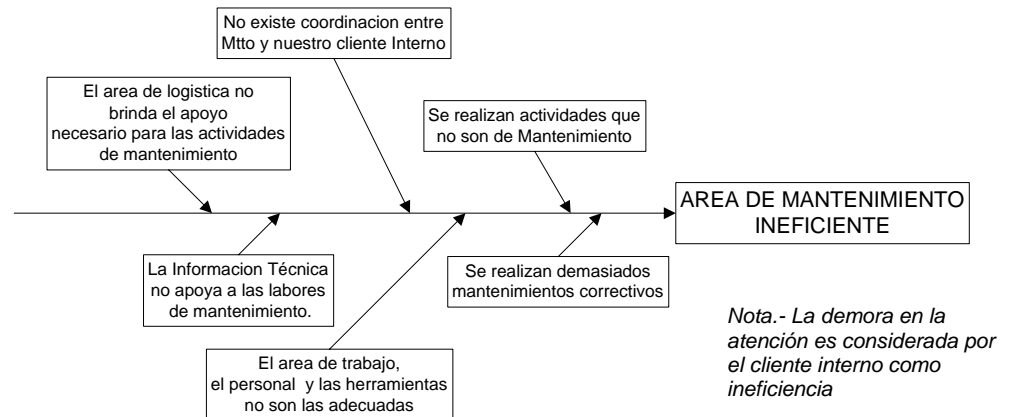
De este análisis concluimos que “La reposición de Herramientas” es un proceso que debe de ser controlado, más no necesariamente debe de pertenecer al proceso del área de mantenimiento, ya que esta área no participa más que como “entidad que gestiona la compra”. Mientras que las “compras” y los servicios son necesarios para poder llevar a cabo una reparación de una Maquina, Equipo o Herramienta.

I.3. Enunciado del Problema y Diagrama de Causa Efecto:

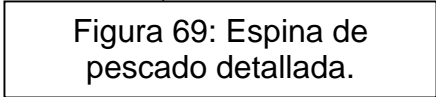
En el transcurso de la elaboración de la presente TESIS se generaron diferentes Enunciados para el “problema”, mas la percepción que tiene el cliente interno acerca del área de mantenimiento es una en general “El Área de Mantenimiento es Ineficiente”.

Al plantearnos este enunciado se generaron diferentes “causas” probables del problema principal:

Figura 68: Espina de pescado general.

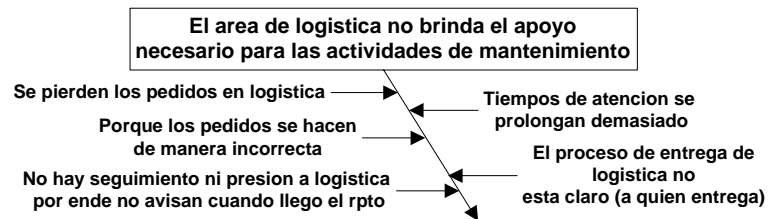


Desarrollando cada una de estas Causas Principales encontramos que nuestro diagrama Causa Efecto o Ishikawa completo es como se muestra en la siguiente página:



Analizando cada una de las causas principales tenemos que:

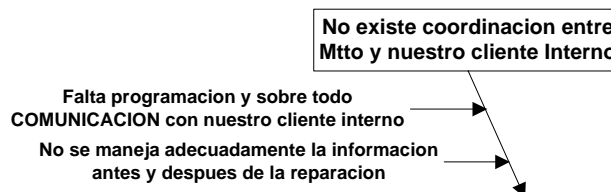
Figura 70: Espina de pescado detalle logística.



Problema.- Esta percepción que tiene el personal de Manteniendo concuerda con el análisis que se esta haciendo en la presente Tesis.

Solución.- A lo largo de la presente Tesis trataremos de controlar y mejorar este problema que afecta notablemente en la eficiencia del área.

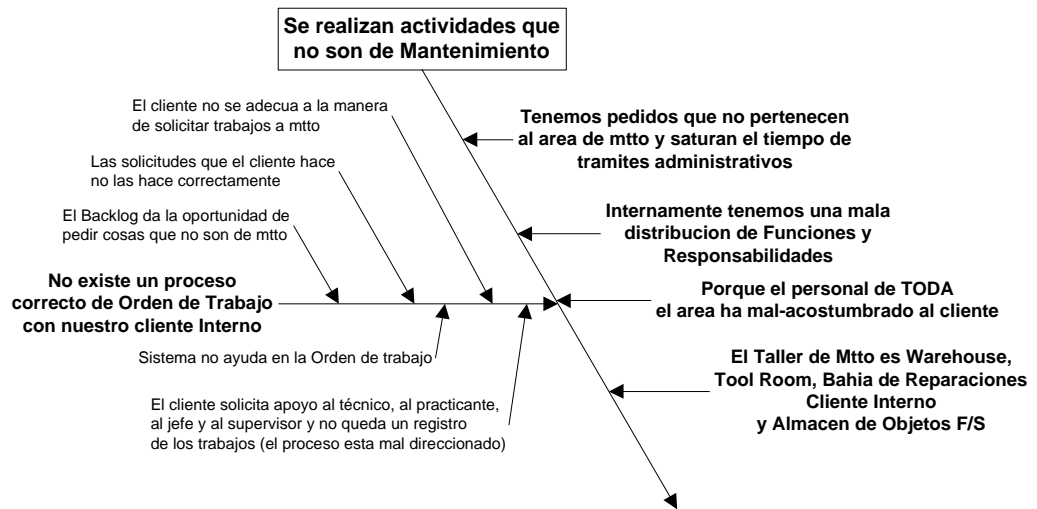
Figura 71: Espina de pescado detalle coordinación.



Problema.- El área de mantenimiento, al solo contar con personal operativo (Supervisores, Técnicos y un Auxiliar) No realiza adecuadamente coordinaciones con el cliente interno, de esta manera omite requerimientos u olvida de informar el status de los trabajos.

Solución.- Sería necesario contar con una persona que coordine todas las actividades del taller de mantenimiento?

Figura 72: Espina de pescado detalle de actividades que no pertenecen a mantenimiento.

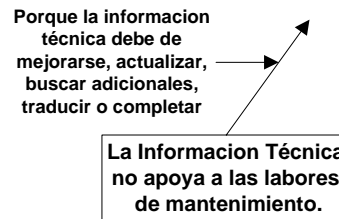


Problema.- El área de mantenimiento en la actualidad realiza labores que no son propias del área o no se asemejan a las actividades que tiene el área por prioridad.

Solución.- En el capítulo de ganancias rápidas de la presente TESIS se menciona que se estaba liberando al área de mantenimiento de estas actividades, ya que muchas de ellas eran “agregar un paso adicional” en el proceso o porque las mismas le correspondían a un área que tiene por función realizar estas actividades.

Como ejemplos podríamos tomar la “calibración de herramientas” o las “compras de taller”

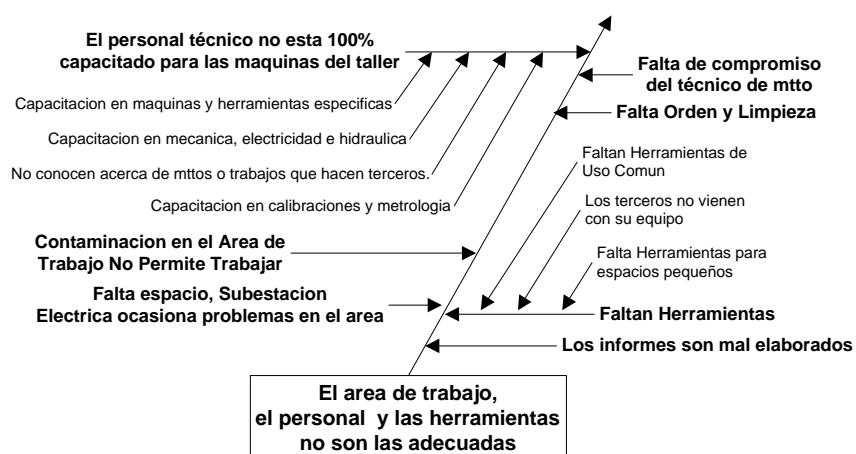
Figura 73: Espina de pescado detalle de información técnica faltante.



Problema.- En el caso de la información técnica tenemos que la falta de manuales o en todo caso el respectivo orden de los mismos, dificulta al personal realizar sus labores con un sustento técnico adecuado. Adicional a esto tenemos que el Supervisor de Área al realizar trabajos de coordinación no sirve de apoyo a su personal técnico.

Solución.- Sería necesario contar con **una persona** que coordine todas las actividades del taller de mantenimiento? De esta forma el Supervisor podría realizar labores de soporte técnico. (Nuevamente sale al aire el tema de la programación).

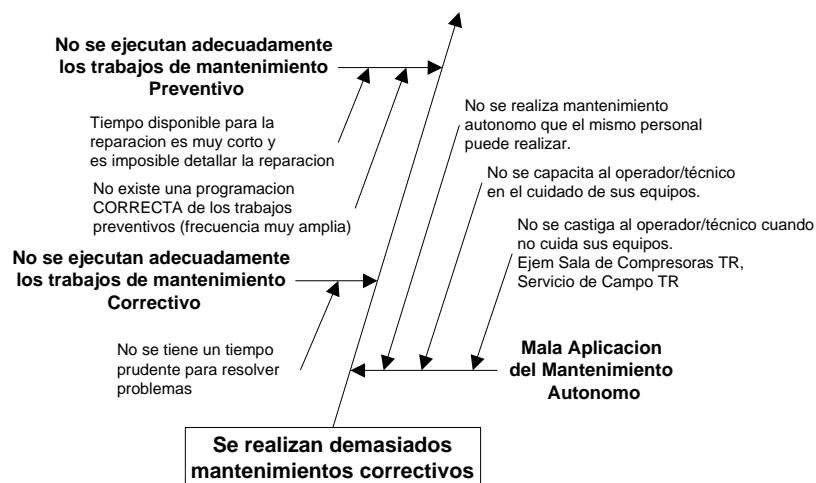
Figura 74: Espina de pescado detalle del personal y las herramientas.



Problema.- El área de mantenimiento no cuenta con un metraje apropiado para atender las reparaciones de las maquinas, equipos o herramientas de los diferentes talleres, su espacio es reducido y en muchas ocasiones se encuentran hacinadas diferentes maquinas o equipos.

Solución.- Se debe de plantear nuevamente el tema y sugerir un nuevo LAYOUT que este acorde con las actividades del área.

Figura 75: Espina de pescado detalle de la cantidad de mantenimientos correctivos.



Problema.- El “apagar incendios” en la actualidad se ha vuelto una practica común en el área de mantenimiento, cada día que pasa el programa de mantenimiento preventivo se sigue atrasando

Solución.- Tenemos a una persona que se responsabilice porque el programa de mantenimiento se cumpla? Podría ser una función de un Programador de Actividades?

Del diagrama Causa – Efecto obtenemos las siguientes observaciones:

1. El Lead time de las actividades logísticas debe de ser mejorado o controlado.**(Objetivo mencionado anteriormente)**
2. Es necesaria la implementación de un programador que se responsabilice del cumplimiento del programa y que controle el Lead Time de las Actividades Logísticas.**(Nuevo objetivo que refuerza el objetivo 1)**
3. Una mejora adicional para que el personal técnico tenga facilidades al momento de realizar sus actividades, es modificar el layout dándoles el metraje cuadrado necesario para desenvolverse adecuadamente (Rediseñar layout del Taller).**(Nuevo objetivo)**

I.4. Diagrama de Dispersión:

Para realizar los respectivos diagramas de dispersión por tipo de actividad logística, nos reunimos con cada uno de los encargados de compras y (sin decirles el tiempo real que les tomo atender estos requerimientos) se procedió asignar un nivel de dificultad a cada una de las atenciones que se analizaron en la presente tesis.

El nivel de dificultad se asigno de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tabla 11 Nivel de dificultad compras	
Nivel	Características
1	Ítems pequeños o medianos, de poca cantidad y de compra rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos, su compra es común en la empresa.
2	Ítems pequeños o medianos, de poca cantidad pero su compra es un poco difícil de lograr (se cuenta con una muestra y numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la compra depende del stock que manejan los mismos.
3	Ítems pequeños o medianos, de poca cantidad (lo cual dificulta su compra ya que podrían ser parte de un conjunto), su compra es un poco difícil de lograr (no se cuenta con un numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la compra depende del stock que manejan los mismos.
4	Ítems pequeños o medianos, de mucha cantidad (lo cual dificulta su compra ya que podrían haber pocos productos), su compra es medianamente difícil de lograr (se cuenta con muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos, su compra es común en la empresa.
5	Ítems grandes, de poca cantidad y de compra rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fáciles y son muy conocidos, su compra es común en la empresa.
6	Ítems grandes, de poca cantidad pero la compra es un poco difícil de realizar (no se cuenta con el numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la compra depende del stock que manejan los mismos.
7	Ítems grandes, de mucha cantidad y de compra rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fáciles y son muy conocidos, su compra es común en la empresa.

Tabla 11 Nivel de dificultad compras

Nivel	Características
8	Ítems grandes de mucha cantidad y de compras un poco difíciles de realizar (no se cuenta con numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la compra depende del stock de los mismos.
9	Ítems grandes, de mucha cantidad (lo cual dificulta su compra ya que podrían haber pocos productos), su compra es medianamente difícil de lograr (se cuenta con muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos, su compra es común en la empresa.
10	Ítems pequeños, medianos o grandes de poca o mucha cantidad, (con numero de parte y/o muestra) cuya compra implica su importación.

Tabla 12 Nivel de dificultad reposición de herramientas

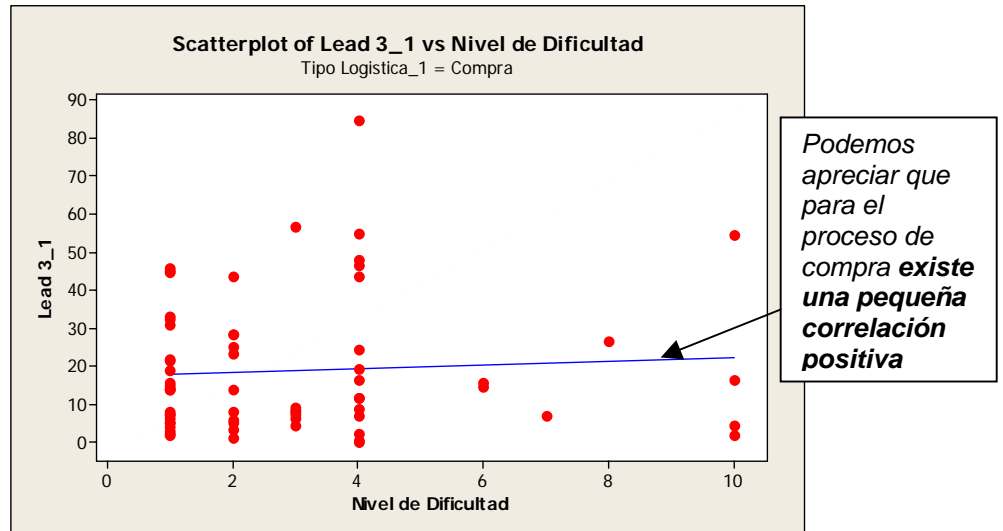
Nivel	Características
1	Herramientas pequeñas o medianas, de poca cantidad y de reposición rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos, su reposición es común en la empresa
2	Herramientas pequeñas o medianas, de poca cantidad pero su reposición es un poco difícil de lograr (se cuenta con una muestra y numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la reposición depende del stock que manejan los mismos.
3	Herramientas pequeñas o medianas, de poca cantidad (lo cual dificulta su reposición ya que podrían ser parte de un conjunto), su reposición es un poco difícil de lograr (no se cuenta con un numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la reposición depende del stock que manejan los mismos.

Tabla 12 Nivel de dificultad reposición de herramientas	
Nivel	Características
4	Herramientas pequeñas o medianas, de mucha cantidad (lo cual dificulta su reposición ya que podrían haber pocos productos), su reposición es medianamente difícil de lograr (se cuenta con muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos.
5	Herramientas grandes, de poca cantidad y de reposición rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fáciles y son muy conocidos, su reposición es común en la empresa.
6	Herramientas grandes, de poca cantidad pero la reposición es un poco difícil de realizar (no se cuenta con el numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la reposición depende del stock que manejan los mismos.
7	Herramientas grandes, de mucha cantidad y de reposición rápida (se cuenta con una muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fáciles y son muy conocidos, su reposición es común en la empresa.
8	Herramientas grandes de mucha cantidad y de reposición un poco difícil de realizar (no se cuenta con numero de parte), se ubican en proveedores especializados en el tema y la reposición depende del stock de los mismos.
9	Herramientas grandes, de mucha cantidad (lo cual dificulta su reposición ya que podrían haber pocos productos), su reposición es medianamente difícil de lograr (se cuenta con muestra y numero de parte), los ubicas en proveedores locales fácilmente y son muy conocidos.
10	Herramientas pequeñas, medianas o grandes de poca o mucha cantidad, (con numero de parte y/o muestra) cuya reposición implica su importación, debido a no encontrarse en el mercado local.

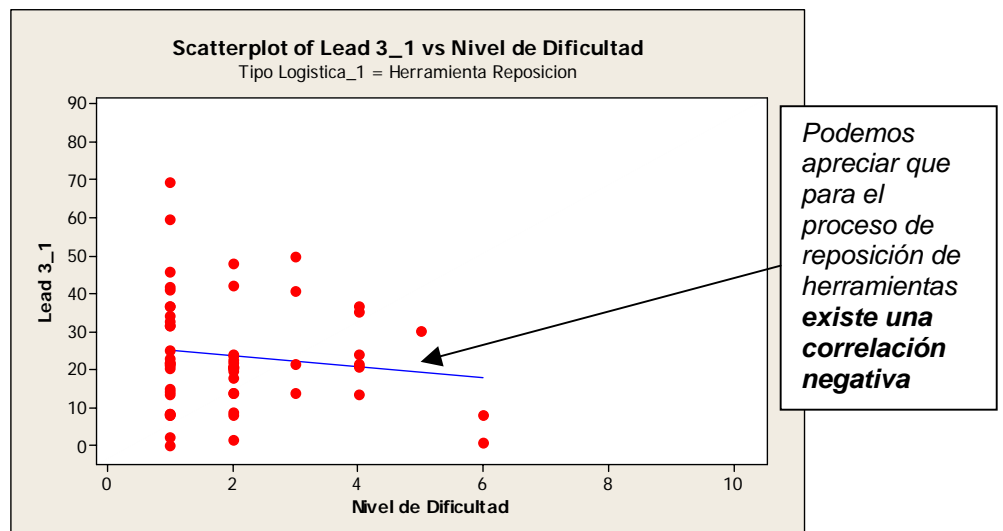
Tabla 13 Nivel de dificultad servicios terceros	
Nivel	Características
1	Todos los trabajos que implican planchado y pintura.
2	Todos los trabajos que empiezan con una revisión.
3	Los trabajos de modificación de muebles o unidades de almacenamiento
4	Trabajos de rebobinado.
5	Los trabajos de fabricación de herramientas pequeñas.
6	Los trabajos de reparación, en los cuales el proveedor no tenga la necesidad de llevarse el equipo y/o parte.
7	Los trabajos de fabricación de partes pequeñas.
8	Los trabajos de reparación en los cuales el proveedor necesite llevarse el equipo y/o parte.
9	Trabajos de maquinado.
10	Los trabajos de fabricación de partes grandes.

Siendo los gráficos de dispersión los siguientes.

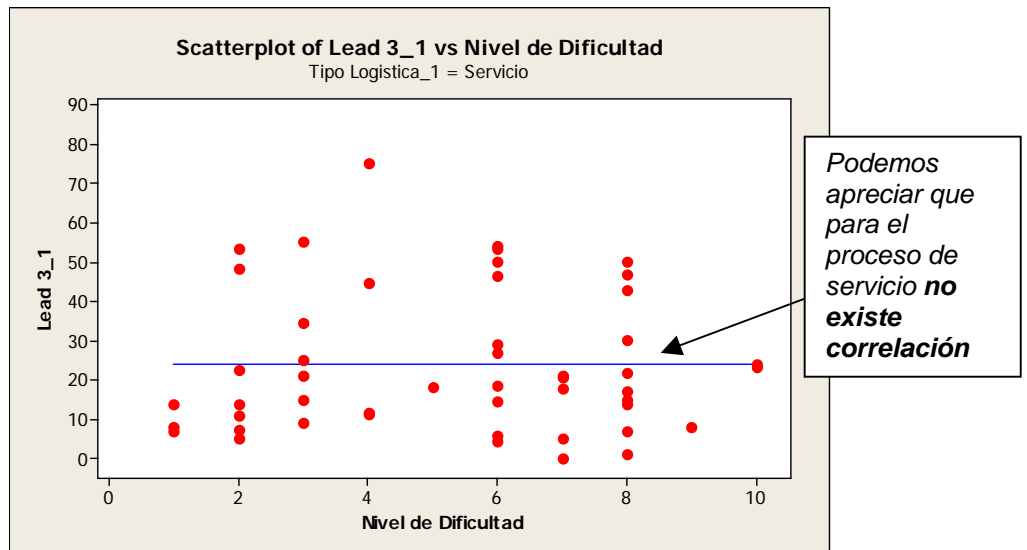
- Para COMPRAS (Figura 76 Grafico de dispersión compras):



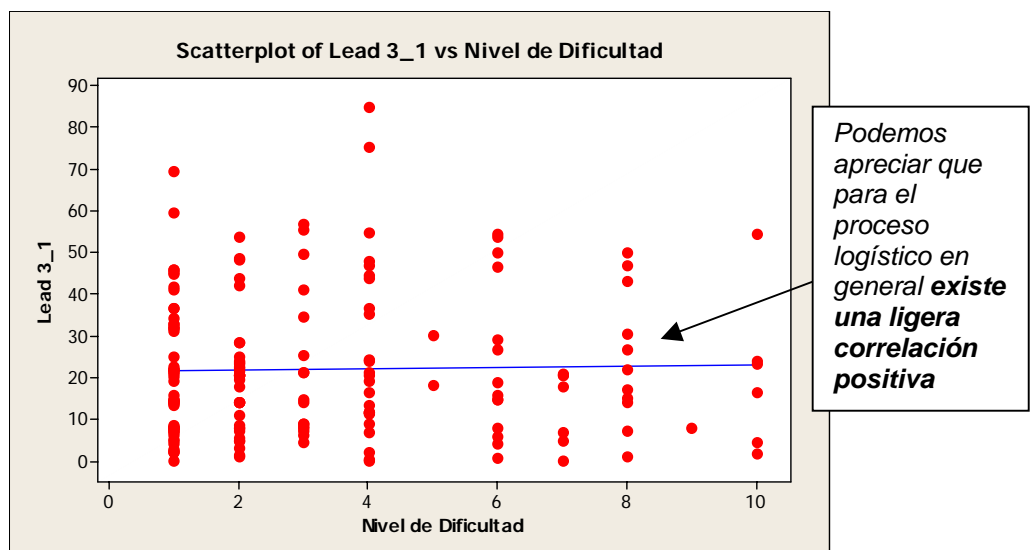
- Para REPOSICION DE HERRAMIENTAS (Figura 77 Grafico de dispersión reposición de herramientas)



- Para SERVICIOS (Figura 78 Grafico de dispersión servicios)



- Para TODO el Proceso Logístico (Figura 78 Grafico de dispersión proceso logístico completo):



En los procesos logísticos analizados y en el proceso logístico general vemos que la adquisición de un ítem, servicio o reposición no dependen de un nivel de dificultad sobre lo solicitado.

El tiempo de atención del proceso logístico puede tener diferentes causas, las cuales podremos identificar en la siguiente sección (matriz Causa – Efecto) y analizarlas las mismas mas adelante mediante modelos estadísticos.

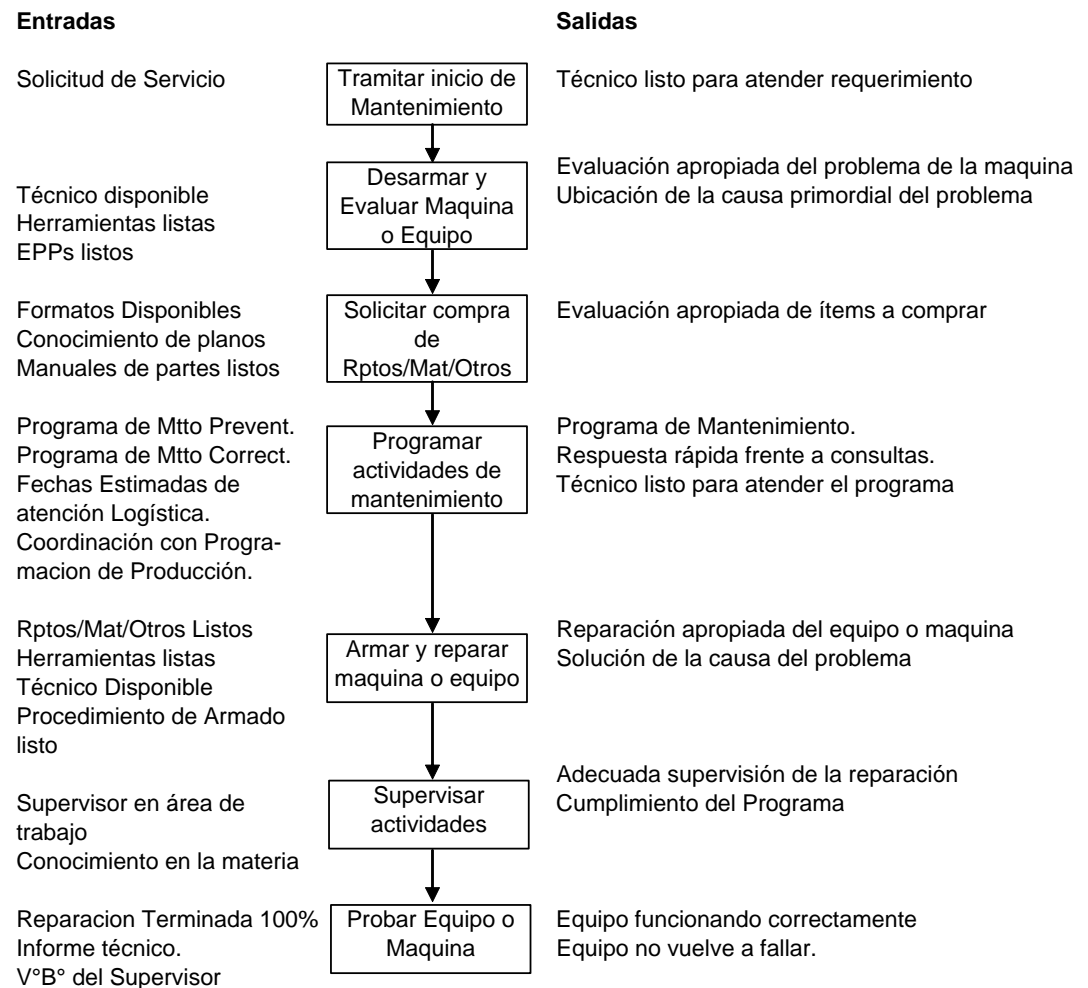
I.5. Matriz Causa – Efecto:

La matriz Causa – Efecto nos ayudará a escuchar la voz del cliente para así determinar dónde debemos concentrar nuestros esfuerzos de mejora, así desarrollaremos un entendimiento de las máximas fuentes de variación dentro del proceso y señalaremos las pocas variables clave de entrada determinantes que deben tratarse para mejorar las variables clave de salida del proceso.

A continuación graficaremos la matriz Causa – Efecto del Proceso de Mantenimiento y del Proceso Logístico; para lo cual primero debemos identificar el proceso y sus variables de entrada y salida (resumen de los procesos mostrados capítulos anteriores)

Proceso de Mantenimiento:

Figura 80: Proceso de mantenimiento.



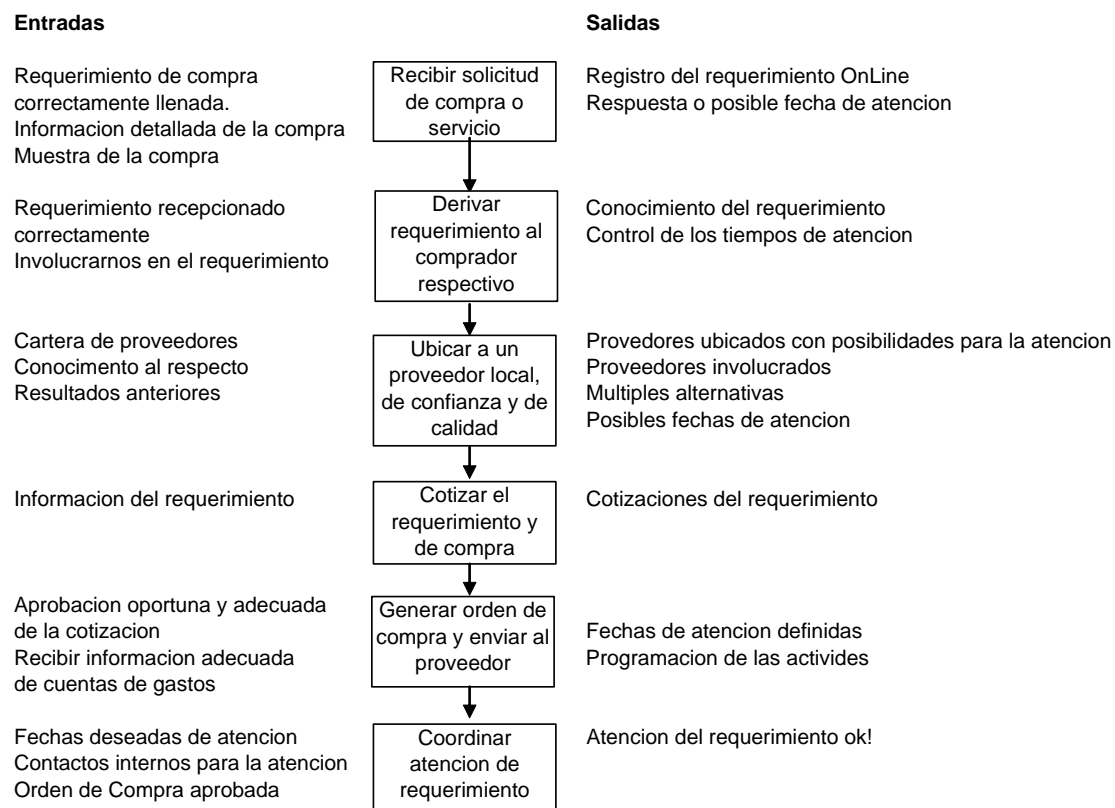
Una vez identificado el resumen del Proceso de Mantenimiento (con sus Variables de entrada y salida), procedemos a graficar la matriz de Causa - Efecto. (Tabla 14 Matriz causa-efecto mantenimiento)

Podemos apreciar que la matriz de Causa – Efecto nos señala que es necesario reforzar (Por orden de prioridad)

1. Tener un Supervisor en las áreas de trabajo constantemente.
2. Coordinación con Programación de Producción. (se vio en otros análisis anteriores)
3. Procedimientos correctamente estructurados para las reparaciones (va de la mano con el numero 1)
4. Conocimiento de las reparaciones y de las partes con las cuales se va a trabajar. (va de la mano con el numero 1)
5. Disponibilidad de manuales e información técnica.
6. Solicitud de Servicio correctamente llenada.

Proceso Logístico:

Figura 81: Proceso de logística.



Identificado el proceso Logístico, procedemos a hacer la matriz de de Causa – Efecto, de la cual obtendremos que debemos de reforzar en el proceso logístico las siguientes variables de entrada (en orden de prioridad):

1. Requerimiento de compra llenada correctamente.
2. Recibir la información adecuadamente (en caso de no tener en claro algo exigirlo)
3. Tener una cartera de proveedores de confianza

La matriz es la que se muestra a continuación (Tabla 14 Matriz causa-efecto logística):

Las clasificaciones son: 3 = Alta correlación 2 = Correlación moderada 1 = Correlación débil 0 = Sin correlación	----- Correlación de entrada a salida -----										<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<&
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Podemos apreciar que la matriz de Causa – Efecto nos señala que es necesario reforzar (en orden de prioridad):

1. Requerimiento de compra llenada correctamente (con información técnica).
2. Recepción de información, en caso que la misma no este correcta, solicitarla.
3. Contar con una cartera de proveedores calificados y de confianza.

En la siguiente sección ampliaremos el análisis de causas con la matriz FMEA.

I.6. Análisis de Modalidades y Efectos de Falla:

El resultado de la Matriz Causa – Efecto del proceso de Mantenimiento y del proceso Logístico fue reforzar las Etapas y Entradas del Proceso que tuvieran mayor incidencia en la atención a nuestro cliente interno, el resumen es el siguiente:

Tabla 16: Resumen matriz causa-efecto mantenimiento y logística

Paso del proceso	Entrada del proceso	Total
MANTENIMIENTO		
Tramitar inicio del Trabajo de Mtto		
	Solicitud de Servicio correctamente llenada.	90
Solicitar compra de Rptos/Mat/Otros		
	Conocimiento de las partes.	112
	Manuales de partes listos.	116
Programar actividades de Mtto		
	Coordinacion con programacion de producc.	130
Armar y reparar maquina o equipo		
	Procedimiento de armado estructurado.	122
Supervisar actividades		
	Supervisor en Area de Trabajo	130
	Conocimiento en la materia	104
LOGISTICA		
Recibir solicitud de compra o servicio		
	Requerimiento de compra llenada correctamente	134
Ubicar a un proveedor local de confianza y calidad (Cotizar)		
	Cartera de proveedores de confianza	90
Generar Orden de Compra		
	Recepcion de informacion adecuada	108

Los mismos figuran en la siguiente matriz FMEA (Modalidades y efectos de falla) el cual se utilizará para:

- Identificar las formas en que puede fallar un producto o proceso.
- Estimar el riesgo asociado con causas específicas.
- Poner por orden de prioridad las medidas que deben tomarse para reducir el riesgo.
- Evaluar el plan (producto) de validación del diseño o el plan (proceso) de control actual.

Trabajando la matriz FMEA, del proceso de mantenimiento y del proceso logístico, obtenemos (Tabla 17: Matriz FMEA mantenimiento)

PROCESO	PROCESO O ENTRADA	MODO POTENCIAL DE FALLA	POTENCIAL EFECTO DE LA FALLA	IMPACTO	CAUSAS POTENCIALES	FRECUENCIA	CONTROLES ACTUALES	DETECTABILIDAD	RPN
PROCESO DE MANTENIMIENTO									
Tramitar Solicitud de Trabajo	Solicitud de Trabajo mal llenada.		Demora en atención	8	Falta de capacitación al cliente interno	3	Se están revisando los requerimientos antes de proceder a ejecutarios	2	48
			Incorrecta canalización del trabajo	6	Falta de capacitación a nuestro personal administrativo	2	La revisión se realiza con el personal administrativo	2	24
Compra de Rptos Mat y Otros	No tener conocimiento de la maquina o equipo		Demora en definir lo necesario a adquirir	9	Falta capacitación a nuestro personal antes de la reparación de una maquina	7	Se están ubicando manuales e involucrando al personal en reparaciones con proveedores	7	441
			No ubicar la causa real del problema ocasionando varias paradas de maquina	10	Desgano del personal por dar un paso adicional	7	Se están haciendo checklists para mantenimiento de los equipos	8	560
Programar actividades de Mitto	Mala coordinación en la programación de actividades		Mala reparación por falta de información	10	No existe un orden o biblioteca de literaturas mantenimiento	7	Se esta implementando una biblioteca con un inventario para cada	5	350
			Trabajos duplicados por parte del personal operativo del área	3	No se han revisado los procedimientos que se han publicado en el área	8	Se esta haciendo evaluaciones respecto a los procedimientos	6	144
			Proceso desordenado en diferentes etapas del trabajo de mantenimiento.	8	No se han revisado los procedimientos que se han publicado en el área	8	Se esta haciendo evaluaciones respecto a los procedimientos	6	384
			Falla de maquinas por falta de un mtto preventivo	10	La programación no es la adecuada, se debe de reforzar	3	Se ha contratado a un programador que se esta capacitando y dedicando exclusivamente al tema	4	120
Supervisar actividades	Supervisor no esta disponible a consultas técnicas		Mala Evaluación y mala reparación	10	El supervisor realiza demasiadas actividades administrativas y de coordinación, esta mas en un PC leyendo correos que supervisando a su personal	8	El programador de mantenimiento y la auxiliar de mantenimiento están realizando estas actividades	8	640
			Falla de maquinas que sean parte de un conjunto con el equipo en reparación	10	El supervisor se conforma con dar solución al problema, mas no llega a un análisis adicional de la causa raíz; mala manipulación? Malas conexiones eléctricas?	8	Se están haciendo checklists para mantenimiento de los equipos	10	800
			Mala Evaluación y mala reparación	10	El personal no tiene un conocimiento técnico adecuado para las labores de mtto	7	Se esta exigiendo contratar a personal con estudios, así mismo se esta capacitando al personal actual	7	490

A continuación haríamos una matriz FMEA para el proceso logístico (Tabla 18 Matriz FMEA logística).

PROCESO	PROCESO O ENTRADA	MODO POTENCIAL DE FALLA	POTENCIAL EFECTO DE LA FALLA	IMPACTO	CAUSAS POTENCIALES	FRECUENCIA	CONTROLES ACTUALES	DETECTABILIDAD	RPN
PROCESO DE LOGÍSTICA									
	Recibir solicitud de compra o servicio	Requerimiento de compra llenado incorrectamente	Demora de la reparación	10	El personal de mantenimiento no esta conciente de la importancia en el llenado del requerimiento	4	El supervisor esta dando V°B° a todos los requerimientos a fin de que se emitan correctamente	4	160
	Ubicar a un proveedor local de confianza y calidad (Cotizar)	Proveedor no evaluado correctamente	Mala Evaluación y mala reparación de la maquina	10	No se ha supervisado al proveedor adecuadamente.	7	Se ha liberado al supervisor a fin de que pueda dar V°B° a las labores de los proveedores	7	490
	Generar Orden de Compra	Demora en el envío de la orden de compra	Demora en la reparación	10	Se realizan demasiados tramites documentarios	10	Se esta tomando control de las actividades a fin de evaluar que documentos o procesos no son necesarios	2	200

El resultado de ambas matrices (ordenándolas por prioridad y resumiendo actividades similares) sería el siguiente (Tabla 19 Matriz FMEA mantenimiento-logística).

PROCESO	PROCESO O ENTRADA	MODO POTENCIAL DE FALLA	POTENCIAL EFECTO DE LA FALLA	IMPACTO	CAUSAS POTENCIALES	FRECUENCIA	CONTROLES ACTUALES	DETECTABILIDAD	RPN
PROCESO DE MANTENIMIENTO									
Supervisar actividades		Supervisor no esta disponible a consultas técnicas	Falla de maquinas que sean parte de un conjunto con el equipo en reparación	10	El supervisor se conforma con dar solución al problema, mas no llega a un analisis adicional de la causa raíz; mala manipulación? Malas conexiones eléctricas?	8	Se están haciendo checklists para mantenimiento de los equipos	10	800
			Mala Evaluación y mala reparación	10	El supervisor realiza demasiadas actividades administrativas y de coordinación, esta mas en un PC leyendo correos que supervisando a su personal	8	El programador de mantenimiento y la auxiliar de mantenimiento están realizando estas actividades	8	640
Compra de Rptos Mat y Otros		No tener conocimiento de la maquina o equipo	No ubicar la causa real del problema ocasionando varias paradas de maquina	10	Desgano del personal por dar un paso adicional	7	Se están haciendo checklists para mantenimiento de los equipos	8	560
			Demora en definir lo necesario a adquirir	9	Falta capacitación a nuestro personal antes de la reparación de una maquina	7	Se están ubicando manuales e involucrando al personal en reparaciones con proveedores	7	441
PROCESO DE LOGÍSTICA									
Ubicar a un proveedor local de confianza y calidad (Cotizar)	Proveedor no evaluado correctamente	Mala Evaluación y mala reparación de la maquina	10	No se ha supervisado al proveedor adecuadamente.	7	Se ha liberado al supervisor a fin de que pueda dar "v"B" a las labores de los proveedores	7	490	

Podemos apreciar en toda la matriz que se requiere liberar tiempo al supervisor del taller, debido a que muchas de las actividades dependen de tener un conocimiento técnico, aprobación de compras y disponibilidad de tiempo para la supervisión.

I.7. Modelos Estadísticos:

A lo largo de todo este capítulo, hemos desarrollado diferentes diagramas o matrices que nos mostraban la necesidad de realizar diferentes mejoras, por ejemplo en un diagrama de dispersión apreciamos que el tiempo de atención del proceso logístico no dependía necesariamente de la dificultad del ítem a adquirir.

Conforme hemos ido avanzando en este capítulo, hemos encontrando nuevas causas que podrían participar en incrementar nuestro tiempo de atención de problemas o fallas de máquinas. En esta sección procederemos a desarrollar modelos estadísticos que nos ayuden a afinar lo encontrado a lo largo de este capítulo. Posterior a esto procederemos a “Mejorar” nuestros procesos.

Problemas Encontrados:

1. Problema – El Supervisor de Mantenimiento invierte demasiado tiempo en labores de coordinación. No da un soporte técnico a las reparaciones ni realiza un control de calidad de los trabajos realizados.
2. Problema – Tiempo de atención de las compras no depende necesariamente del nivel de dificultad que tenga la compra (se descartó anteriormente con diagramas de dispersión)

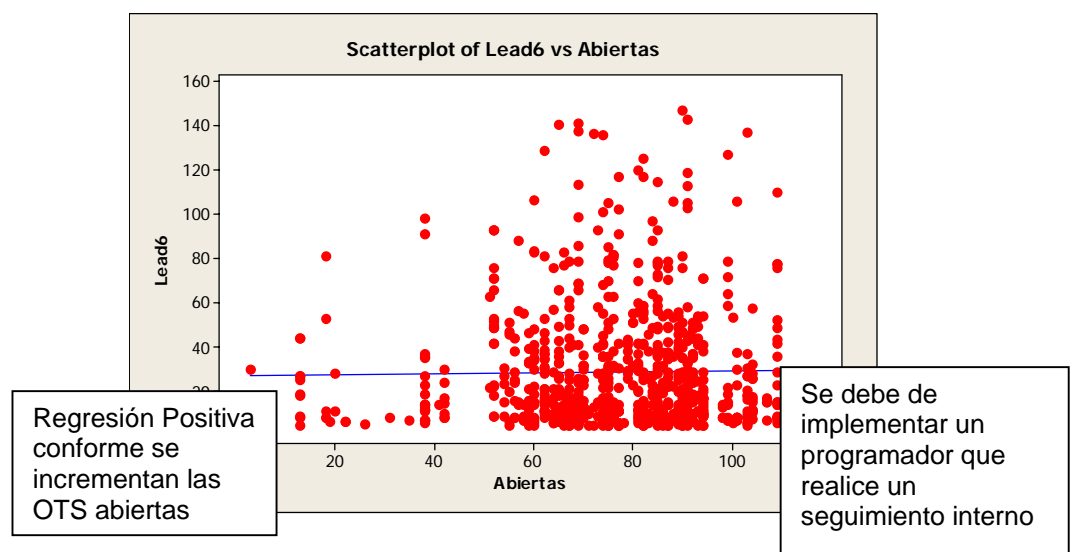
3. Problema – Mejor control de la literatura y la gestión documentaria del área. En resumen sería:

- Manuales de mantenimiento
- Requerimientos que llegan al área de mantenimiento.
- Requerimientos de compra que se envían al área logística.
- Informes de Mantenimiento.

Regresión (Uso de Diagrama de Dispersión):

Problema 1 - Según los análisis anteriores, el supervisor de mantenimiento al estar abocado a labores de coordinación o administrativas; descuida la producción de su servicio “reparaciones de mantenimiento” es por ello que analizamos si **el tener mas ordenes de trabajo abiertas, afecta de manera significativa el tiempo de atención de cada una de las mismas.**

Figura 82: Regresión lead 6 vs. OTs abiertas



Este grafico nos confirma que el supervisor no puede darse abasto y que inclusive no realiza un seguimiento a sus OTS (Lapso de 1 año) a fin de evitar tiempos de atención tan largos. **La coordinación externa y el seguimiento interno deben de estar a cargo de un programador de actividades.**

Problema 2 - De un análisis anterior obtuvimos los siguientes diagramas:

Figura 83: Regresión compras vs. Nivel de dificultad

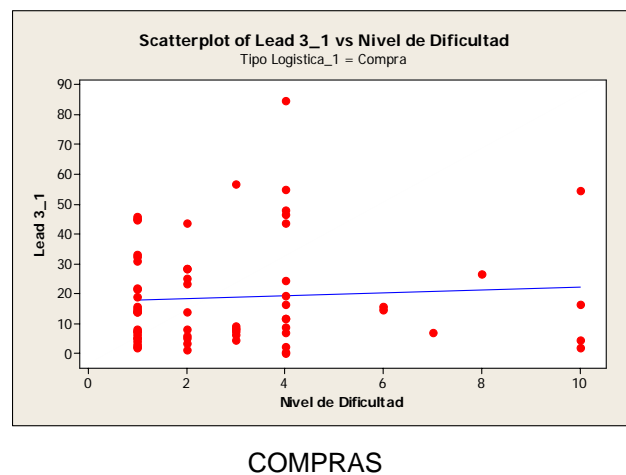


Figura 84: Regresión reposición de herramientas vs. Nivel de dificultad

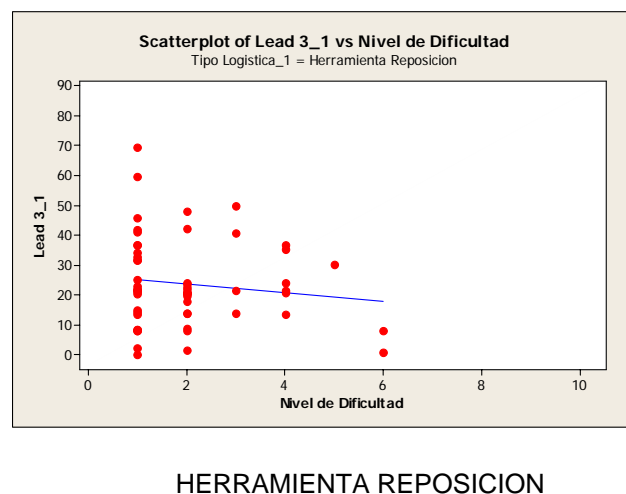
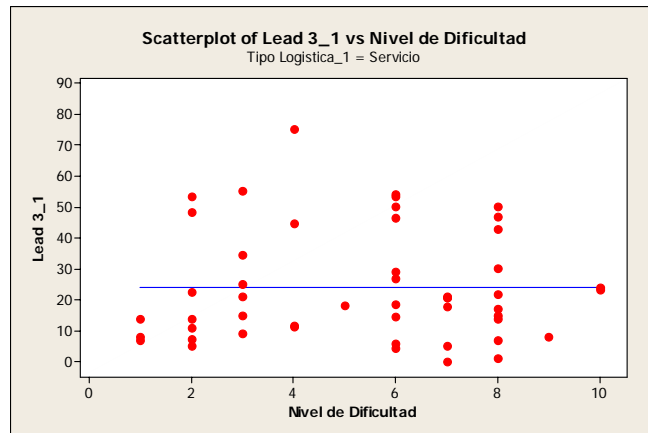
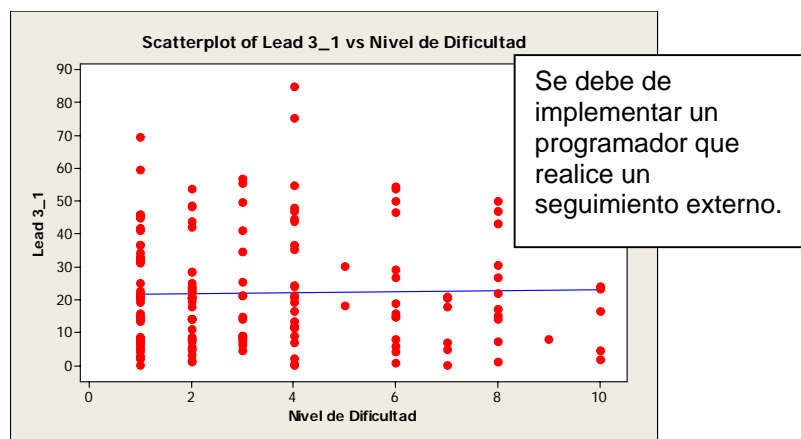


Figura 85: Regresión servicios de terceros vs. Nivel de dificultad



SERVICIOS

Figura 86: Regresión todo el proceso logístico vs. Nivel de dificultad



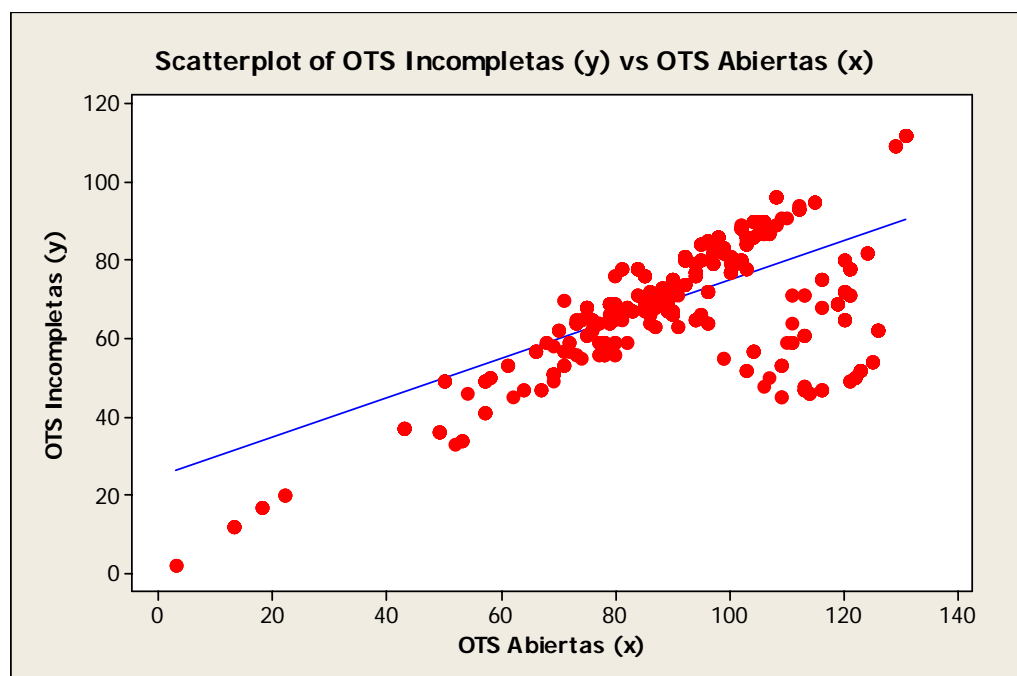
TODO EL PROCESO LOGISTICO

Del análisis anterior se obtuvo que el tiempo de atención del proceso logístico puede tener diferentes causas el nivel de dificultad respecto a la adquisición del ítem no marcaba una gran diferencia al respecto. **El seguimiento externo debe de estar a cargo de un programador de actividades.**

Problema 3 – Deseamos controlar todo documento que se genera con un trabajo de mantenimiento, mas la auxiliar de mantenimiento adicional a controlar los mismos realiza seguimiento y coordina trabajos de mantenimiento con el área logística, cliente interno y con el proveedor. Estas funciones están relacionadas a la programación de actividades de mantenimiento (funciones que debería desempeñar un programador de área) mas quisiéramos ver como le va en estas funciones a la auxiliar de mantenimiento.

Para hacer este análisis se opto por contabilizar cuantas órdenes de trabajo se tenían abiertas vs. Cuantas órdenes de trabajo se tenían con información incompleta; este análisis nos mostró lo siguiente:

Figura 87: Regresión OTS incompletas vs. OTS abiertas.



Tenemos claro que el control de los documentos no lo realiza bien por falta de tiempo, con el grafico anterior vemos que el seguimiento a logística y la coordinación de actividades carecen de información conforme se abren más órdenes de trabajo. Motivo por el cual se optaría por concentrar sus actividades en control de documentos y **las actividades de seguimiento y coordinación estarían a cargo de un programador de actividades.**

Tabla ANOVA:

Problema 1:

Para poder analizar nuestro problema numero uno, planteamos nuestra hipótesis NULA y nuestra hipótesis ALTERNATIVA.

H0: El Tipo de Trabajo de Mantenimiento afecta el Lead Time del Proceso.

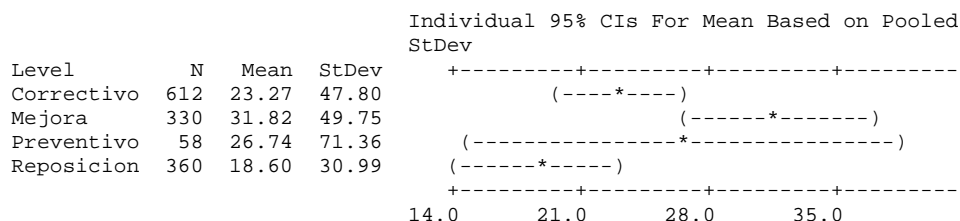
H1: El Tipo de Trabajo de Mantenimiento NO afecta el Lead Time del Proceso.

El resultado de la ejecución del ANOVA es el siguiente:

One-way ANOVA: Lead versus CodTip

Source	DF	SS	MS	F	P
CodTip	3	31344	10448	4.98	0.002
Error	1356	2845401	2098		
Total	1359	2876744			

S = 45.81 R-Sq = 1.09% R-Sq(adj) = 0.87%



Pooled StDev = 45.81

Como el valor de P no es mayor a 0.05 se rechaza la Hipótesis Nula, por lo tanto el tipo de mantenimiento podría afectar el lead time del proceso.

De los resultados del ANOVA vemos que la media y desviación estándar del Mantenimiento Preventivo es mayor que el del correctivo motivo por el cual, al querer reforzar los mantenimientos preventivos y disminuir los correctivos necesitamos aumentar las coordinaciones y programar dichas actividades, **un motivo que se suma a la implementación de un programador de actividades.**

Problema 2:

Queremos analizar si los tiempos de atención del área logística dependen del tipo de requerimiento que se realice, para ello declaramos nuestra hipótesis NULA y nuestra hipótesis ALTERNATIVA:

H0: El Tipo de Requerimiento afecta el Lead Time del Proceso Logístico.

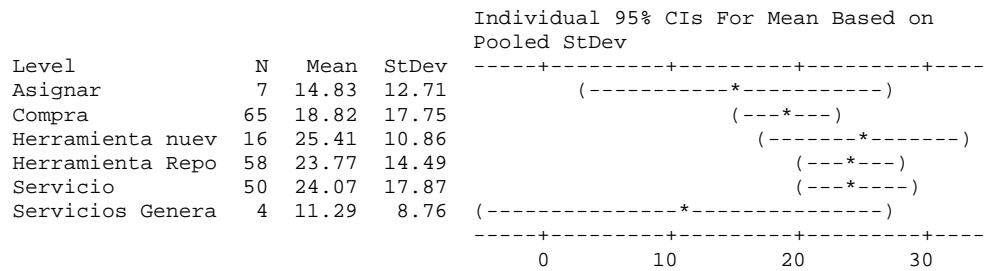
H1: El Tipo de Requerimiento NO afecta el Lead Time del Proceso Logístico.

El resultado de la ejecución del ANOVA es el siguiente:

One-way ANOVA: Lead 3 versus Tipo Logistica

Source	DF	SS	MS	F	P
Tipo Logistica	5	2048	410	1.57	0.172
Error	194	50747	262		
Total	199	52794			

S = 16.17 R-Sq = 3.88% R-Sq(adj) = 1.40%



Pooled StDev = 16.17

Como el valor de P es mayor a 0.05 se puede aceptar la Hipótesis Nula.

Posterior a este análisis, ejecutamos nuevamente la ANOVA eliminando el grupo “Asignar”, “Servicios Generales” y agrupando “Herramientas Nuevas” con “Herramientas Reposición” esto nos ayudará a verificar si las **personas asignadas** a este grupo de actividad logística podría afectar el Lead Time del Proceso, las hipótesis serian las siguientes:

H0: La persona asignada a atender el tipo de actividad logística afecta el Lead Time del Proceso.

H1: La persona asignada a atender el tipo de actividad logística NO afecta el Lead Time del Proceso Logístico.

El resultado de este análisis es el siguiente:

One-way ANOVA: Lead 3_1 versus Tipo Logística_1

Source	DF	SS	MS	F	P
Tipo Logística_1	2	1187	594	2.23	0.111
Error	186	49581	267		
Total	188	50768			

S = 16.33 R-Sq = 2.34% R-Sq(adj) = 1.29%

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev		
Compra	65	18.82	17.75	(-----*-----)	
Herramienta	74	24.12	13.73	(-----*-----)	
Servicio	50	24.07	17.87	(-----*-----)	
				17.5	21.0 24.5 28.0

Pooled StDev = 16.33

Como el valor de P es mayor a 0.05 se puede aceptar la hipótesis nula, con lo cual definiríamos que las personas asignadas a atender el requerimiento podrían afectar los tiempos de atención del área logística.

Problema 3:

Hemos podido apreciar en el análisis de regresión que dependiendo de cuantas OTS tengamos abiertas, el número de OTS con información incompleta se incrementa formando una pendiente positiva. Adicional a este análisis de regresión quisiéramos corroborar esta información, para ello declaramos nuestra hipótesis NULA y nuestra hipótesis ALTERNATIVA:

H0: La cantidad de OTS abiertas afecta la cantidad de OTS con información incompleta.

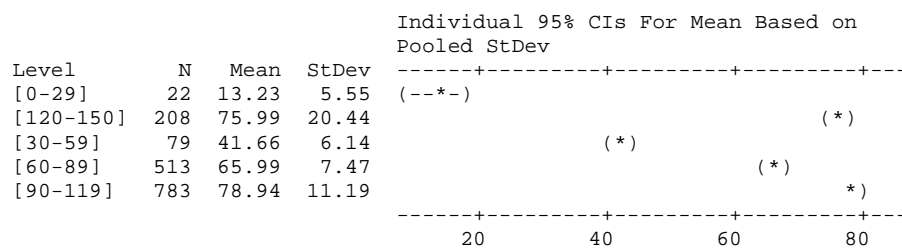
H1: La cantidad de OTS abiertas NO afecta la cantidad de OTS con información incompleta.

El resultado de este análisis es el siguiente:

One-way ANOVA: OTS Incompletas (y) versus Intervalo

Source	DF	SS	MS	F	P
Intervalo	4	208076	52019	384.55	0.000
Error	1600	216438	135		
Total	1604	424513			

S = 11.63 R-Sq = 49.02% R-Sq(adj) = 48.89%



Pooled StDev = 11.63

Como el valor de P es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, con lo cual definiríamos que dependiendo de la cantidad de OTS abiertas la cantidad de OTS incompletas podría variar.

Con este resultado podemos apreciar que la Auxiliar de Mantenimiento debe dedicarse exclusivamente a las actividades ligadas al control de documentos, ya que la cantidad de información que se maneja podría descuidarse si se concentra su trabajo en otras actividades.

II. MEJORAR

El objetivo de esta sección es:

- Recordar los problemas encontrados a lo largo de toda la Tesis (No incluye ganancias rápidas)
- Generar Ideas de Mejora mediante el desarrollo de un Diagrama de Afinidades.
- Elaborar una Matriz de Evaluación.
- Implementar los cambios

II.1. Problemas encontrados:

1. Problema 1 – El Supervisor de Mantenimiento invierte demasiado tiempo en labores de coordinación. No da un soporte técnico a las reparaciones ni realiza un control de calidad de los trabajos realizados.
2. Problema 2 – Tiempo de atención de las compras no depende necesariamente del nivel de dificultad que tenga la compra

En este problema también se detectó que al no depender el lead time del nivel de dificultad de los ítems, era necesario hacer un seguimiento constante y un control de los tiempos de atención del área logística.

3. Problema 3 – Mejor control de la literatura y la gestión documentaria del área. En resumen seria:

- Manuales de mantenimiento
- Requerimientos que llegan al área de mantenimiento.
- Requerimientos de compra que se envían al área logística.
- Informes de Mantenimiento.

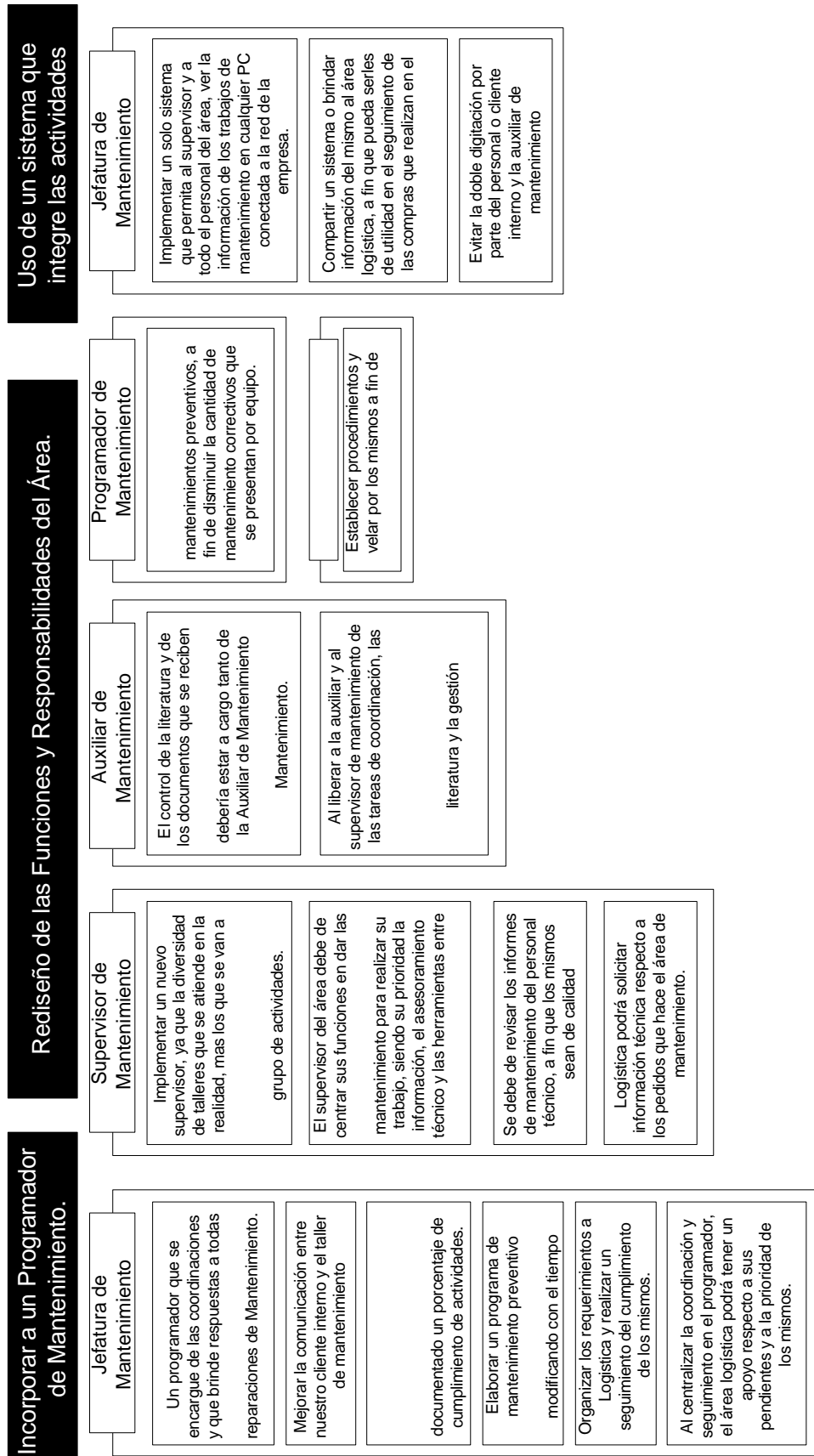
II.2. Generar Ideas de Mejora y Diagrama de Afinidades:

Las ideas de mejora se pueden desarrollar mediante diferentes metodologías (tormenta de ideas, encuestas, etc.) el primer paso para poder desarrollar las mismas es revisar cada uno de los problemas encontrados en la presente Tesis.

Se reunió al personal del área (desde la jefatura hasta el personal técnico) y se plantearon los problemas mencionados anteriormente. Las ideas, observaciones o posibles soluciones que se plantearon, se fueron anotando a fin de agruparlos mediante las siguientes características:

- Afinidad respecto a las otras ideas u observaciones.
- Responsable de Ejecución.

Después de ordenar todo el conjunto se obtuvo el siguiente diagrama (Figura 88: Diagrama de afinidades)



II.3. Matriz de Evaluación (Matriz de Pugh):

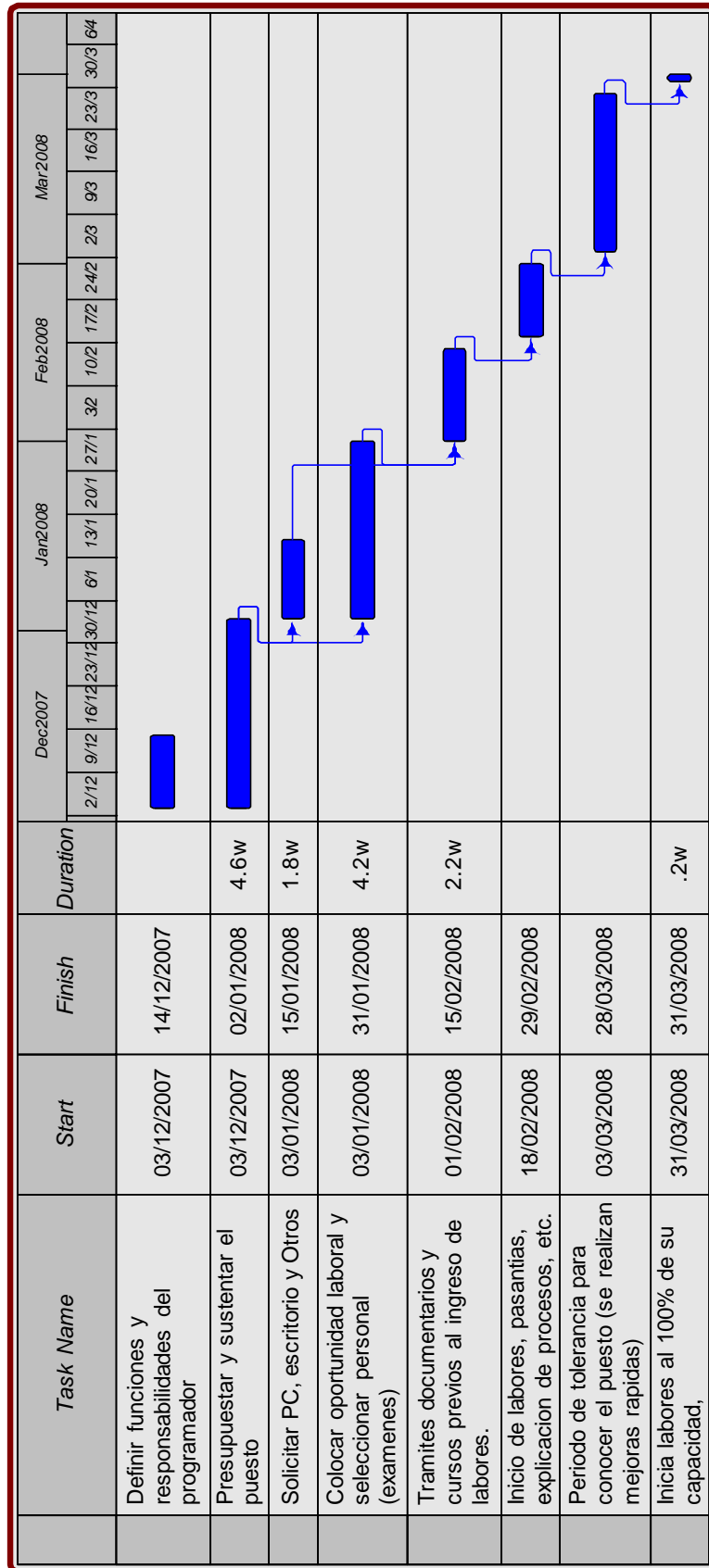
A continuación utilizaremos la matriz de Pugh (Matriz de Evaluación) a fin de poder evaluar cada una de las ideas que se han planteado en la matriz de afinidades, el objetivo es poder determinar cual es la mejor opción (opciones) para solucionar un problema o problemas que existen en el área. (Tabla 20: Matriz de Pugh)

Soluciones planteadas									
	Ponderación de Importancia por cada Parámetro	Actual	Implementar un nuevo supervisor, obteniendo calidad en los trabajos mas un soporte y seguimiento adecuado al personal técnico	Mejorar la ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo (con un programa), a fin de disminuir la presencia de trabajos correctivos	Mejorar la comunicación y la descripción de pedidos que se realiza al área logística	Contratar a un programador que se encargue de las coordinaciones y de respuestas a nuestro cliente interno.	Con la contratación de un programador la auxiliar y el supervisor mejorarían el control de los documentos de gestión.	Implementar procedimientos para todas las actividades de mantenimiento	Implementar un solo sistema que permita llevar el control del área, registro, requerimientos logísticos y además elimine la doble digitación.
Funciones y Responsabilidades del Área	1	Referencia	+	+	+	+	+	+	S
Programación y Control de Actividades	4		S	+	S	+	S	S	+
Seguimiento Interno y Externo	4		+	-	+	+	S	S	S
Satisfacción del Cliente Interno	3		S	S	S	+	+	+	+
Disponibilidad de Información	3		S	S	+	+	+	S	+
Orden en el proceso y en la documentación	4		+	S	S	S	+	+	+
Poder optar por el ISO 9000 en un futuro	5		S	+	+	S	+	+	S
Suma de (+)			3	3	4	5	5	4	4
Suma de (-)			0	1	0	0	0	0	0
Suma de (S)			4	3	3	2	2	3	3
Suma de P de (+)			9	10	16	15	16	13	14
Suma de P de (-)			0	-4	0	0	0	0	0
Suma de ponderados (+)			9	6	13	15	16	13	14

Se estaría optando en primera instancia en contratar a un programador para el área de mantenimiento, el mismo facilitaría las actividades del personal operativo y la comunicación con el cliente interno

II.4. Implementar los cambios:

Diagrama de Gantt.- Posterior a todos los análisis, iniciaremos la etapa de implementación de cambios, para esto planteamos nuestro plan de acuerdo al siguiente diagrama de Gantt: (Figura 89: Diagrama de Gantt)



Funciones y Responsabilidades.- Así mismo, el objetivo de implementar o crear una nueva plaza y darle nuevas funciones y responsabilidades a la misma implica tener que redistribuir las funciones ligadas a “coordinación y programación” (las cuales actualmente los Supervisores y la Auxiliar de Mantenimiento están llevando a cabo) para ello es indispensable tener en claro las funciones y responsabilidades en estos tres puestos. Los mismos se explican a continuación (Tabla 21: Funciones y responsabilidades personal de mantenimiento)

Puesto	Programador de Mantenimiento
Objetivo	<p>Entre sus principales objetivos tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir los tiempos en los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo. • Disminuir los trabajos de mantenimiento correctivo incrementando los trabajos de mantenimiento preventivo. • Incrementar los tiempos medios entre fallas. • Dirigir las actividades que realiza el personal técnico del taller de mantenimiento.
Tipo Puesto	Permanente
Dependencia	Jefe de Mantenimiento
Dependientes	Ninguno
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Generar y ejecutar el programa de mantenimiento preventivo de los talleres de la división de soporte al producto. • Coordinar con el área logística la entrega de los ítems solicitados para los trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo. • Coordinar con el área logística la ejecución de trabajos de terceros que estén vinculados al programa de mantenimiento preventivo o correctivo.

Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con el cliente interno la ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo. • Resolver las dudas y consultas del cliente interno, dando información referente al estado de los trabajos de mantenimiento. • Hacer seguimiento a los supervisores de mantenimiento, asegurando que el personal cumpla labores que estén programadas y que sean inherentes a sus puestos. • Reportar al jefe de mantenimiento o al jefe de departamento de administración cualquier situación o resultado anómalo o de excepción. • Desarrollar todas las funciones inherentes al área de su competencia
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes talleres de la división de soporte al producto. • Sobre la continuidad de los trabajos de mantenimiento. • Sobre el cumplimiento de las fechas de entrega ofrecidas al cliente interno.
Relaciones	Jefaturas y Supervisores de los diferentes Talleres de la División de Soporte al Producto, personal del Taller Centralizado de Mantenimiento, Personal del área Logística.
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Mecánico o Industrial con 1 año de experiencia mínima en labores de planeamiento o programación. • Manejo de paquetes informáticos a nivel de usuario (MS Excel, Word, Power Point). • Inglés Intermedio. • Debe ser ordenado, proactivo y emprendedor. • Capacidad analítica y criterio para tomar de decisiones. • Aptitud para liderar equipos de trabajo y trabajar bajo presión. • Orientado a trabajar por objetivos y resultados.

Puesto	Auxiliar de Mantenimiento
Objetivo	<p>Asegurar el control de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toda la información técnica que se genera en las órdenes de trabajo de mantenimiento. • Toda la literatura de maquinas y herramientas de los diferentes talleres. • La apertura y el cierre de las órdenes de trabajo de mantenimiento.
Tipo Puesto	Permanente
Dependencia	Jefe de Mantenimiento
Dependientes	Ninguno
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir todos los requerimientos de trabajo de mantenimiento los cuales se generan en los diferentes talleres de la división de soporte al producto. • Administrar y actualizar toda la información técnica que se genera en las órdenes de trabajo de mantenimiento. • Organizar y completar todos a los manuales, catálogos, folletos y otros documentos referentes a las maquinas y herramientas de los talleres de la división de soporte al producto, asegurando además la disponibilidad de los mismos. • Actualizar y completar toda la información electrónica que se requiera para dar pasó al inicio o cierre de las órdenes de trabajo de mantenimiento. • Actualizar y completar toda la información electrónica que se requiera para dar paso al inicio o cierre de las solicitudes que se realicen al área logística. • Llevar un control de las entradas, salidas y reposición de los repuestos, herramientas y otros accesorios que se tengan en custodia en el taller de mantenimiento. • Desarrollar todas las funciones inherentes al área de su competencia

Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre la correcta recepción de los requerimientos de trabajo de mantenimiento los cuales se generan en los diferentes talleres de la división de soporte al producto. • Sobre toda la información técnica que se genera en las órdenes de trabajo de mantenimiento. • Sobre la disponibilidad y el orden de los manuales, catálogos, folletos y otros, referentes a las maquinas y herramientas de los talleres de la división de soporte al producto. • Sobre la actualización de toda la información electrónica que se requiera para dar paso al inicio o cierre de las órdenes de trabajo de mantenimiento. • Sobre la disponibilidad de los repuestos, herramientas y otros accesorios que se tengan en custodia en el taller de mantenimiento. • Sobre la documentación que se brinda a la jefatura de mantenimiento ya sea informativa o para aprobación.
Relaciones	Jefaturas y Supervisores de los diferentes Talleres de la División de Soporte al Producto, personal del Taller Centralizado de Mantenimiento, Personal del área Logística.
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico en Administración con conocimientos de mantenimiento de plantas industriales. • Manejo de paquetes informáticos a nivel de usuario (MS Excel, Word, Power Point). • Inglés Intermedio (Deseable). • Poseer 2 años de experiencia mínima en labores administrativas. • Debe ser ordenado, proactivo y emprendedor • Orientado a trabajar por objetivos y resultados

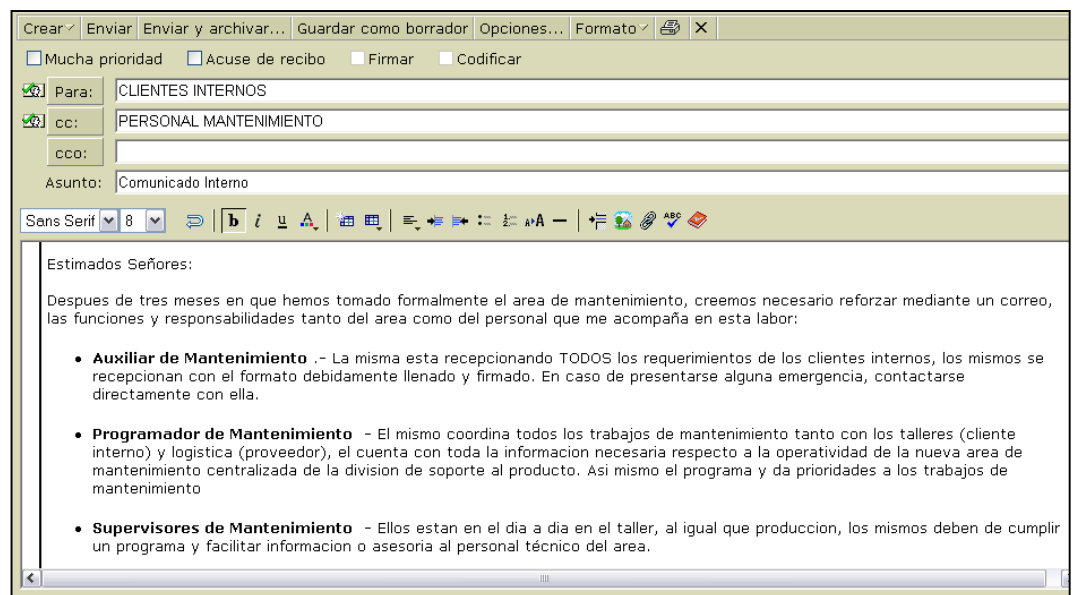
Puesto	Supervisor de Mantenimiento
Objetivo	Asegurar la operatividad de las maquinas y herramientas a través del cumplimiento de programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Además verificará que las operaciones de mantenimiento, del personal interno y externo, se realicen con las normas y procedimientos de calidad y seguridad para así lograr la continuidad en el funcionamiento de las maquinas y herramientas
N° de Plazas	2
Tipo de Puesto	Permanente
Dependencia	Jefe de Mantenimiento
Dependientes	Técnicos Mecánicos y Electricistas de Mantenimiento
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir el programa de mantenimiento preventivo y correctivo entregado por el Programador de Mantenimiento. • Reportar diariamente el cumplimiento del programa, ya sea al 100% o en un porcentaje menor. • Elaborar con el personal técnico los requerimientos al área logística, tramitando también la aprobación de los mismos al cliente interno. • Asegurar el correcto llenado de los requerimientos que se realizan al área logística, evitando omitir información que dificulte la adquisición del ítem o servicio solicitado. • Dirigir al personal técnico en la ejecución de las diferentes operaciones de mantenimiento cumpliendo el rol de mentor e instructor y facilitando además cualquier necesidad que pueda tener su personal para cumplir sus labores. • Revisar los informes y checklists que se generen diariamente. • Asegurar la calidad de los trabajos de mantenimiento que se llevan a cabo en los talleres de la división de soporte al producto.

Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar y vigilar la aplicación de buenas practicas de orden, limpieza seguridad, trabajo en equipo y de relaciones interpersonales en sus áreas de trabajo y en general en todos los talleres • Desarrollar todas las funciones inherentes al área de su competencia
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre la distribución y asignación de los trabajos de mantenimiento acordes con el programa de mantenimiento. • Sobre la calidad y las correctas evaluaciones en el mantenimiento preventivo y correctivo en los talleres de la división de soporte al producto. • Sobre el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y correctivo. • Sobre la operatividad de su personal y de sus herramientas de trabajo. • Sobre el cumplimiento de los reglamentos y normas internas de FSAA incluyendo los reglamentos y normas de seguridad. • Sobre la solicitud y sustentación de requerimientos a logística
Relaciones	Jefaturas y Supervisores de los diferentes Talleres de la División de Soporte al Producto, personal del Taller Centralizado de Mantenimiento, Personal del área Logística.
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico de Mantenimiento de Planta o ramas afines con 4 años de experiencia mínima en labores de Mantenimiento en talleres similares a los de la división. • Manejo de paquetes informáticos a nivel de usuario. • Manejo y creación de planos eléctricos y mecánicos. • Inglés Intermedio (Deseable). • Aptitud para liderar equipos de trabajo y trabajar bajo presión. • Orientado a trabajar por objetivos y resultados.

Es muy importante que al momento de integrar a una persona a una empresa, la misma tenga en claro sus funciones y responsabilidades, así mismo el resto del personal debe de conocer los cambios que pudieran haber en sus respectivos puestos. Motivo por el cual se actualizaron las funciones y responsabilidades de los 2 supervisores y de la auxiliar de mantenimiento.

Comunicación Interna.- Una vez que se haya integrado a la empresa el programador de mantenimiento. Se enviará una comunicación interna a todos los clientes internos, a fin de que conozcan la nueva metodología de trabajo del área.

Figura 90: Comunicación interna de la nueva organización.



La misma dice:

Estimados Señores:

Después de tres meses en que hemos tomado formalmente el área de mantenimiento, creemos necesario reforzar mediante un correo, las funciones y responsabilidades tanto del área como del personal que me acompaña en esta labor:

- **Auxiliar de Mantenimiento.**- *La misma esta recibiendo TODOS los requerimientos de los clientes internos, los mismos se recibirán con el formato debidamente llenado y firmado. En caso de presentarse alguna emergencia, contactarse directamente con ella.*
- **Programador de Mantenimiento** - *El mismo coordina todos los trabajos de mantenimiento tanto con los talleres (cliente interno) y logística (proveedor), el cuenta con toda la información necesaria respecto a la operatividad de la nueva área de mantenimiento centralizada de la división de soporte al producto. Así mismo el programa y da prioridades a los trabajos de mantenimiento*

- ***Supervisores de Mantenimiento*** - *Ellos están en el día a día en el taller, al igual que producción, los mismos deben de cumplir un programa y facilitar información o dará asesoramiento al personal técnico del área.*

Para que el cambio tenga éxito.- El Six Sigma recomienda llevar a cabo doce factores principales para que el cambio tenga éxito, los mismos son:

- **Responsabilidad:** Identificar funciones, objetivos y medidas de rendimiento específicos para el cambio.

Debemos de hacerles entender que el cambio depende de las personas responsables del proceso y no del proyecto six sigma. La medición puede ayudar a reforzar la responsabilidad de las personas que participan en el proceso.

- **Adaptabilidad:** Aprender de las acciones de cambio emprendidas, hayan tenido éxito o no, y realizar acciones basadas en ellas.

Es muy importante que cada una de las personas que participaron entiendan que el proyecto requiere de su apoyo y que en caso no se obtenga un éxito inmediato, se debe de buscar adaptar las mejoras a la realidad del proceso.

- **Comunicación:** Influir sobre los que promoverán, apoyarán, aplicarán o se verán afectados por el cambio, incluida la posible determinación de un plan de cambio de situación.

La alta dirección debe comunicar al personal de los cambios y/o mejoras que se están buscando en la empresa; una vez marcado este compromiso corresponde a las demás gerencias y jefaturas llevar esta comunicación al resto del personal.

- **Enfoque, objetivo y visión:** Definir descripciones articuladas de la visión y la necesidad apremiante, técnica y organizativa, del cambio.

Cada proyecto Six Sigma debe de alinearse con los objetivos del área, los cuales a su vez deben de alinearse con uno o varios de los objetivos que tiene cada gerencia; a estos últimos les corresponde alinearse con la visión de la empresa.

- **Participación:** Garantizar que aquellos que se verán afectados por el cambio participen plenamente en la toma de decisiones y en la implementación.

El estar implementando un proyecto Six Sigma implica reuniones constantes con todo el personal del área, sea o no que están participando activamente en el desarrollo del proyecto. Dentro de estas reuniones están las famosas tormentas de ideas.

- **Liderazgo:** Empezar acciones de liderazgo mediante una infraestructura diseñada para promover y permitir el cambio.

Las personas involucradas en el proyecto deben de contar con todas las facilidades para delegar funciones o modificar los procesos del área que está participando en el proyecto, esto ayudará a alcanzar las mejoras en un lapso de tiempo menor.

- **Medición y resultados:** Determinación de las mejoras medibles que deben lograrse mediante el cambio, e identificar los datos que deben usarse para seguir esas mejoras.

Una vez que se identifiquen los indicadores del proyecto, estos deben de quedar implementados para su constante medición.

- **Momento:** Respuesta a los cambios en el ritmo de la implementación de las medidas y aceptación del cambio.

Una vez que se implementan los cambios se debe de hacer un constante seguimiento al cumplimiento de los mismos, una vez detectado el compromiso y la buena respuesta por parte del personal se podrá disminuir el seguimiento.

- **Disponibilidad:** Alineamiento del cambio con la cultura y clima laboral existentes, basados en la evaluación de la “disponibilidad para cambiar” de esos individuos, o grupos de individuos, que probablemente se vean afectados por el cambio.

En muchos casos se encontrara personal que no esta dispuesta al cambio. Las acciones correctivas deben de tomarse con suma cautela analizando las diferentes posibilidades que puedan existir.

- **Reconocimiento:** Refuerzo de los individuos y grupos que logren resultados coherentes con el cambio, y determinar sanciones para los que dificulten o entorpezcan el proceso evidentemente.

Esto se puede lograr en las reuniones que se realicen para mostrar los logros o avances del proyecto.

- **Desarrollo de Habilidades:** Entrenar para preparar y activar la participación efectiva durante y después del cambio a todos los niveles.

Debemos de tener en claro que el personal que labora en las diferentes áreas son los “especialistas” en dichas actividades, busquemos que este nivel este documentado o sustentado con un certificado o diploma. Recordemos que el área no solo debe tener 1 especialista.

- **Orientación del equipo:** Uso de equipos en toda la organización para administrar, implementar y hacerse cargo del cambio.

En todos los proyectos six sigma se encuentran, además del black belt, diferentes personas que están participando en la implementación del mismo. Estas deben de orientar al personal en el logro de los diferentes objetivos trazados.

CAPITULO VI: CONTROLAR

I. CONTROLAR:

El objetivo de esta sección es:

- Desarrollar un esquema general de los nuevos procesos que se llevan a cabo en el área de mantenimiento.
- Desarrollar procedimientos para los principales procesos
- Desarrollar un sistema de control de procesos de mantenimiento.
- Implementar un procedimiento ínter diario para el control de nuestros procesos.
- Elaborar un tablero de mando para el área de mantenimiento

I.1. Esquema General de Procesos:

En el Six Sigma se debe de hacer un esquema general de los principales procesos que se van a trabajar en el área. Al igual que en capítulos anteriores estos cuadros nos ayudarán a definir en una primera instancia los procesos que debemos de empezar a controlar.

Entre los procesos que vamos a controlar tenemos:

1. Administración de herramientas de uso común y uso personal.
2. Mantenimientos preventivos y correctivos de herramientas y equipos taller.
3. Mantenimientos preventivos y correctivos de maquinas taller.

En el primero se hizo un análisis adicional identificando cuales son actividades logísticas y que porcentaje de tiempo representaban en una jornada laboral. El mismo es el proceso de partida para el mantenimiento de herramientas de uso común. El mismo se complementa con el segundo grafico. En este proceso participa un **almacén de herramientas** como área protagonista del proceso (el almacén de herramientas existe actualmente)

En el segundo se describe el proceso que se lleva a cabo para el mantenimiento preventivo y correctivo de herramientas de uso personal. El mismo se complementa con el primer grafico. En este proceso participa **un laboratorio de calibraciones y el taller de mantenimiento** como protagonistas del proceso (el laboratorio de calibraciones se podría implementar mas adelante)

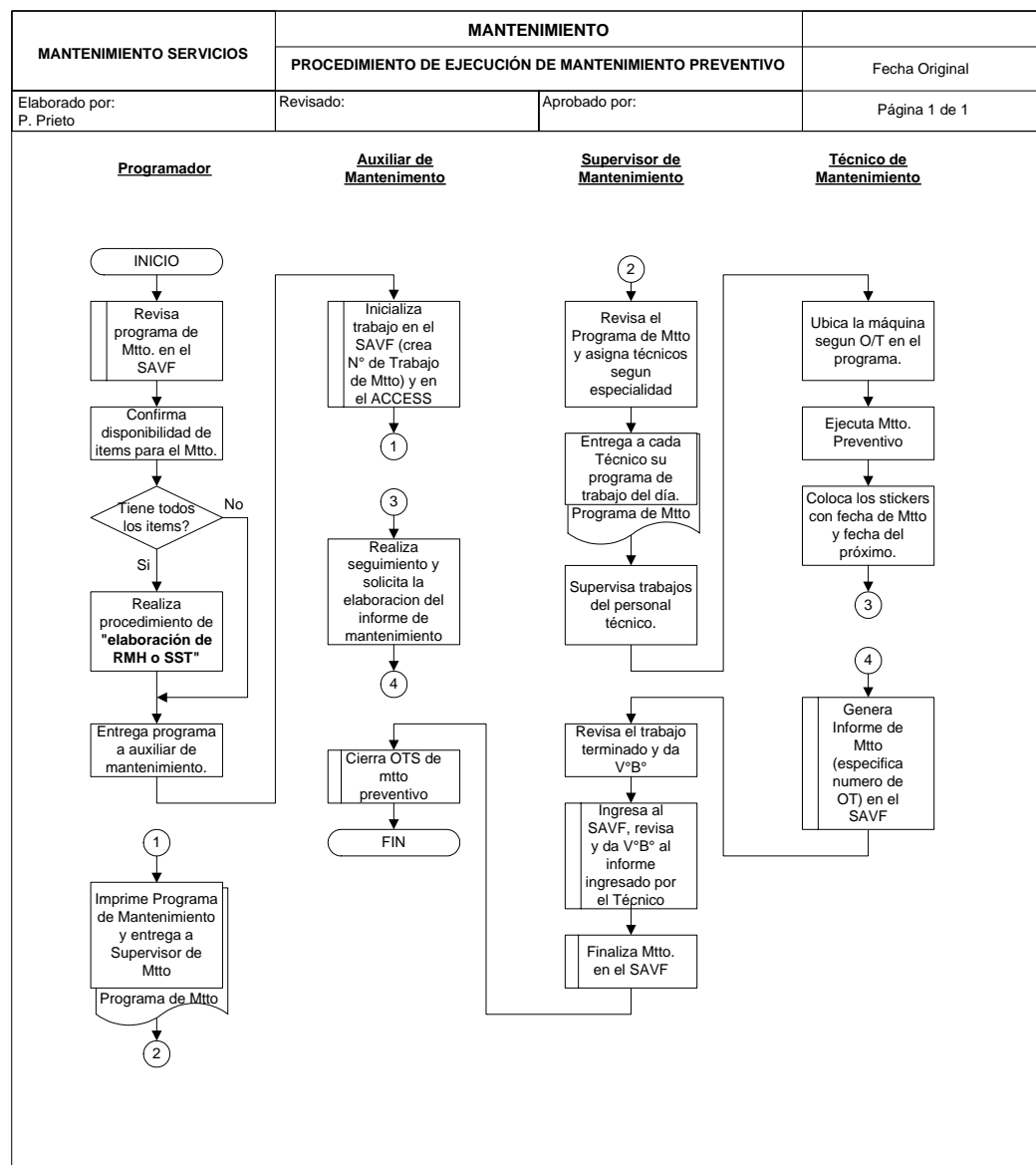
En el tercero se describe el proceso que se lleva a cabo para el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinas, en este proceso participa el **taller de mantenimiento** como protagonista del proceso. (El taller de mantenimiento existe actualmente)

Los procesos se presentan a continuación:

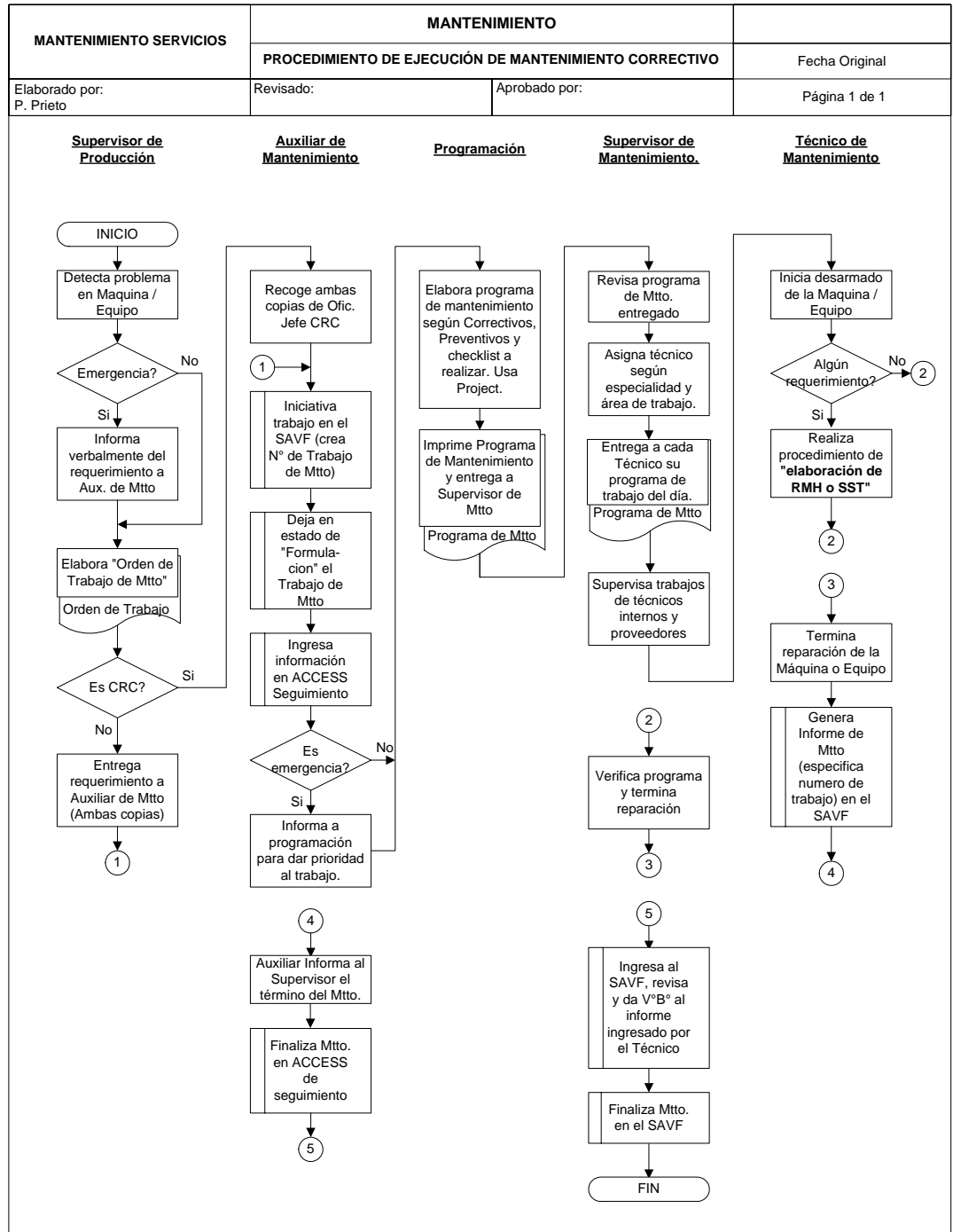
I.2. Desarrollar Procedimientos:

Una vez que se ha elaborado un esquema general de los principales procesos del área, procedemos a elaborar esquemas específicos de los procedimientos que componen el mismo.

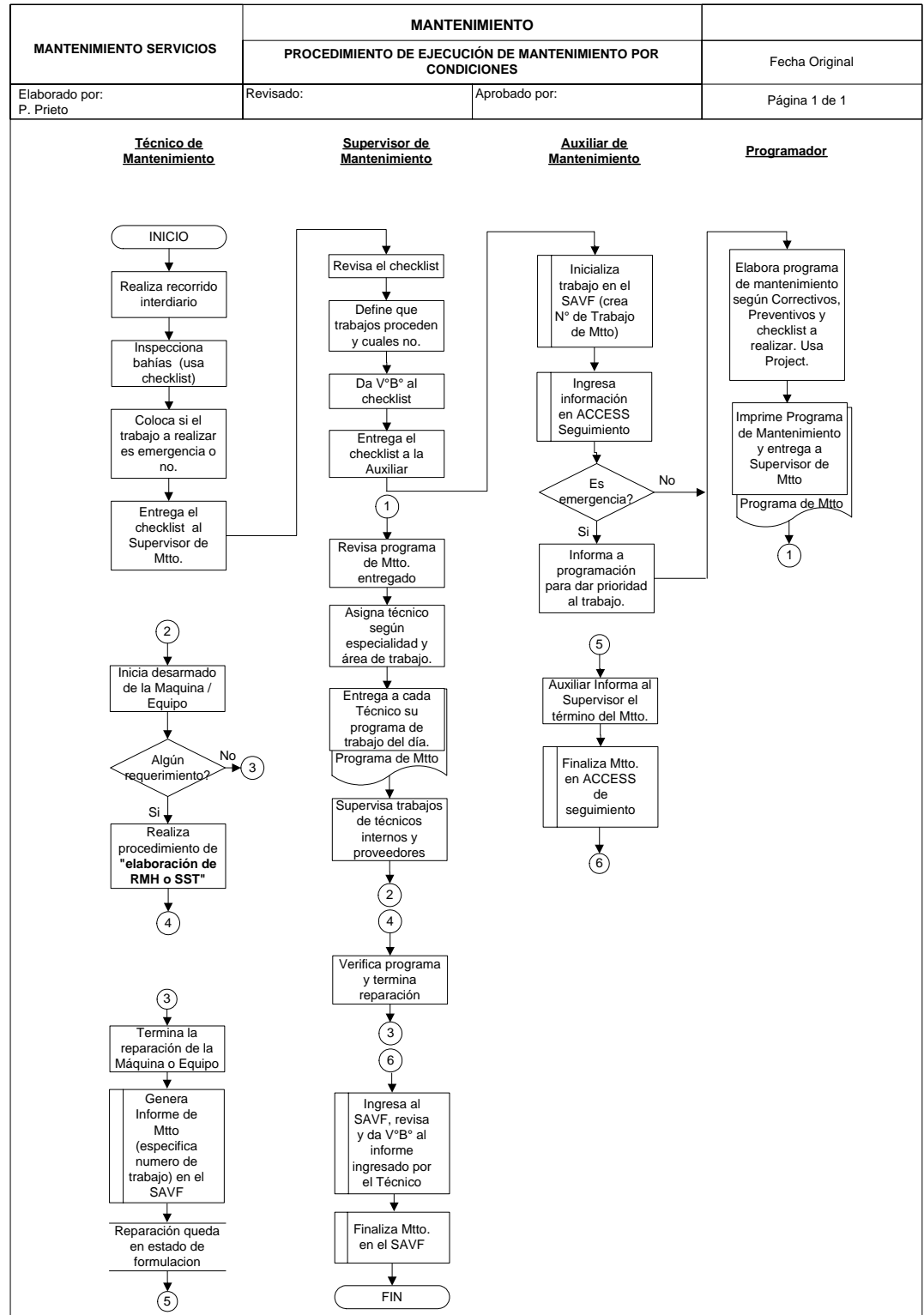
1. Ejecución de mantenimiento preventivo (Figura 94: Nuevo procedimiento de mantenimiento preventivo)



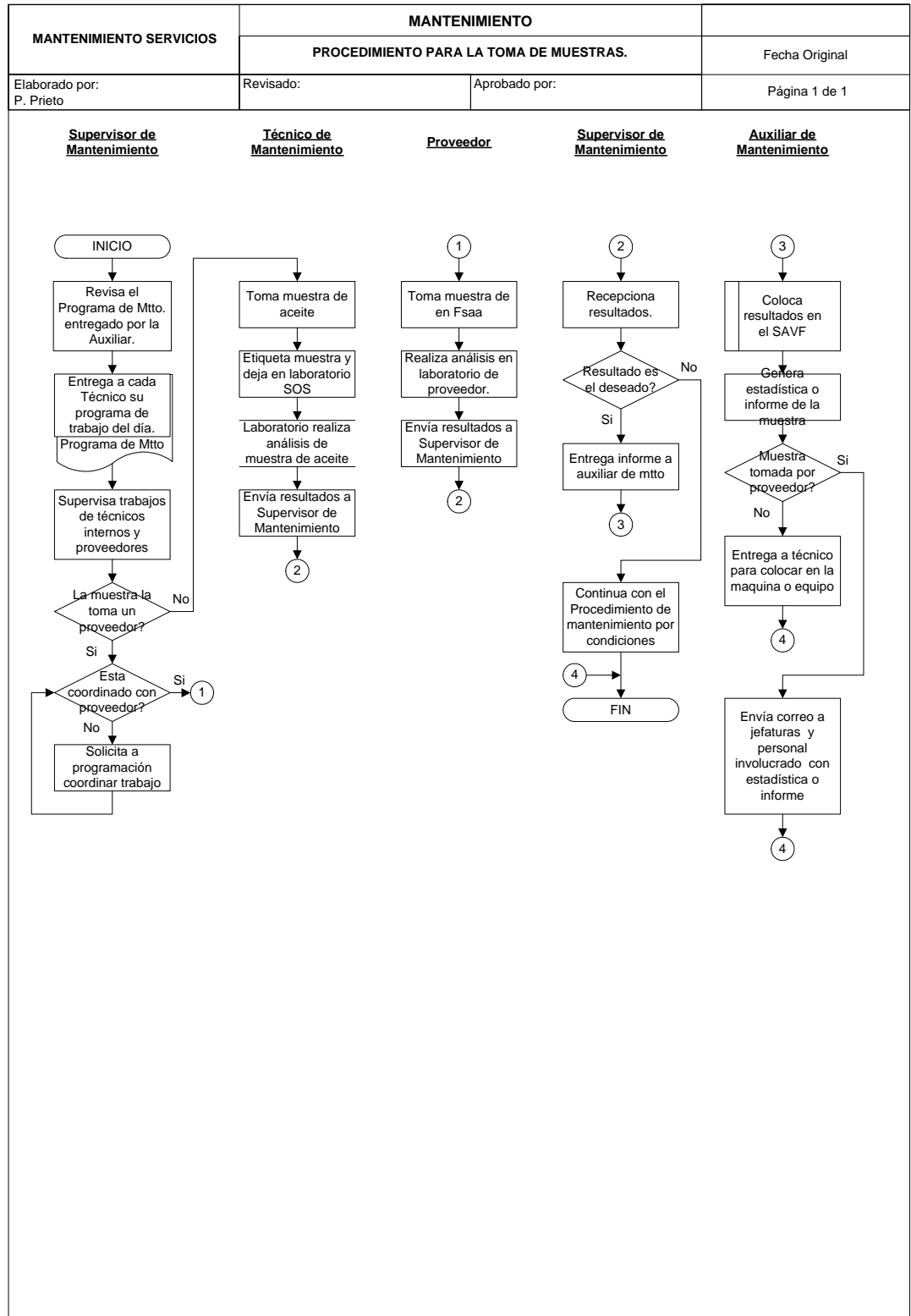
2. Ejecución de mantenimiento correctivo (Figura 95: Nuevo procedimiento de mantenimiento correctivo).



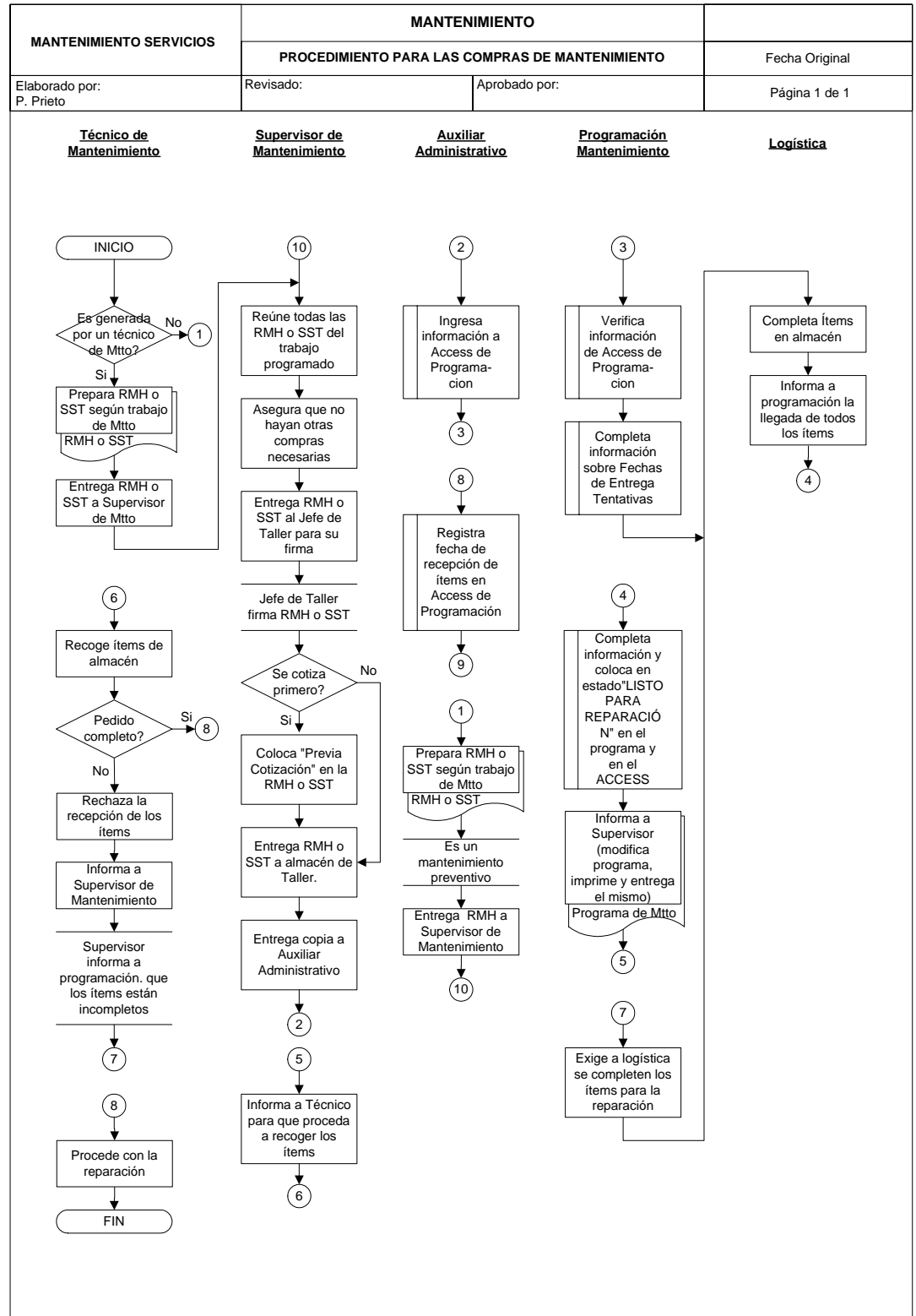
3. Ejecución de mantenimiento por condiciones (Figura 96: Nuevo procedimiento de mantenimiento por condiciones).



4. Toma de muestras (Figura 97: Nuevo procedimiento de toma de muestras):



5. Compras para mantenimiento (Figura 98: Nuevo procedimiento de compras para mantenimiento):



I.3. Sistema de Control de Procesos:

Luego de elaborar los esquemas generales y específicos de cada proceso de mantenimiento, procedemos a controlar estos últimos identificando lo siguiente:

- Indicadores de mantenimiento.
- Limites de control
- Frecuencias de medición
- Responsable
- Acciones a tomar (según los indicadores)
- Varios

Cada persona involucrada en el control de las actividades será medida con una frecuencia semanal, obteniendo indicadores del sistema de mantenimiento. Esto no quiere decir que cada responsable del proceso no se deba de medir a si mismo a fin llevar un control propio de su proceso o de las áreas involucradas con el.

Mas adelante en el punto I.4 se mostrará un procedimiento que se llevará a cabo para realizar un control ínter diario, el mismo será adicional a los controles mencionados en este punto.

3. Control del mantenimiento por condiciones (Figura 101: Control del mantenimiento por condiciones):

Sistema de Control del Proceso			Mantenimiento Por Condiciones						
Descripción del proceso : Mantenimiento Por Condiciones		Objetivo del proceso : Asegurar el correcto estado de las máquinas y equipos al monitorear sus condiciones.	Requisitos determinantes del cliente: Las máquinas o equipos deben de ser revisados frecuentemente a fin de evitar parar la producción.	Nivel de Rendimiento Sigma Actual: (0) Ninguno					
Cliente del proceso: Taller de la División de Soporte al Producto				Indicadores de salida / resultados : P1 , P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8					
Diagrama de Flujo del Proceso			Comprobación						
Técnico de Mantenimiento	Supervisor de Mantenimiento	Auxiliar de Mantenimiento	Programador	Indicadores	Límites de Control	Frecuencia	Responsable	Medidas a tomar	Varios
<pre>graph TD INICIO([INICIO]) --> R1[Realizar recordatorio interno] R1 --> P0((P0)) P0 --> R2[Revisar a checklist] R2 --> R3[Revisar a checklist] R3 --> R4[Revisar a checklist] R4 --> R5[Revisar a checklist] R5 --> R6[Revisar a checklist] R6 --> R7[Revisar a checklist] R7 --> R8[Revisar a checklist] R8 --> R9[Revisar a checklist] R9 --> R10[Revisar a checklist] R10 --> R11[Revisar a checklist] R11 --> R12[Revisar a checklist] R12 --> R13[Revisar a checklist] R13 --> R14[Revisar a checklist] R14 --> R15[Revisar a checklist] R15 --> R16[Revisar a checklist] R16 --> R17[Revisar a checklist] R17 --> R18[Revisar a checklist] R18 --> R19[Revisar a checklist] R19 --> R20[Revisar a checklist] R20 --> R21[Revisar a checklist] R21 --> R22[Revisar a checklist] R22 --> R23[Revisar a checklist] R23 --> R24[Revisar a checklist] R24 --> R25[Revisar a checklist] R25 --> R26[Revisar a checklist] R26 --> R27[Revisar a checklist] R27 --> R28[Revisar a checklist] R28 --> R29[Revisar a checklist] R29 --> R30[Revisar a checklist] R30 --> R31[Revisar a checklist] R31 --> R32[Revisar a checklist] R32 --> R33[Revisar a checklist] R33 --> R34[Revisar a checklist] R34 --> R35[Revisar a checklist] R35 --> R36[Revisar a checklist] R36 --> R37[Revisar a checklist] R37 --> R38[Revisar a checklist] R38 --> R39[Revisar a checklist] R39 --> R40[Revisar a checklist] R40 --> R41[Revisar a checklist] R41 --> R42[Revisar a checklist] R42 --> R43[Revisar a checklist] R43 --> R44[Revisar a checklist] R44 --> R45[Revisar a checklist] R45 --> R46[Revisar a checklist] R46 --> R47[Revisar a checklist] R47 --> R48[Revisar a checklist] R48 --> R49[Revisar a checklist] R49 --> R50[Revisar a checklist] R50 --> R51[Revisar a checklist] R51 --> R52[Revisar a checklist] R52 --> R53[Revisar a checklist] R53 --> R54[Revisar a checklist] R54 --> R55[Revisar a checklist] R55 --> R56[Revisar a checklist] R56 --> R57[Revisar a checklist] R57 --> R58[Revisar a checklist] R58 --> R59[Revisar a checklist] R59 --> R60[Revisar a checklist] R60 --> R61[Revisar a checklist] R61 --> R62[Revisar a checklist] R62 --> R63[Revisar a checklist] R63 --> R64[Revisar a checklist] R64 --> R65[Revisar a checklist] R65 --> R66[Revisar a checklist] R66 --> R67[Revisar a checklist] R67 --> R68[Revisar a checklist] R68 --> R69[Revisar a checklist] R69 --> R70[Revisar a checklist] R70 --> R71[Revisar a checklist] R71 --> R72[Revisar a checklist] R72 --> R73[Revisar a checklist] R73 --> R74[Revisar a checklist] R74 --> R75[Revisar a checklist] R75 --> R76[Revisar a checklist] R76 --> R77[Revisar a checklist] R77 --> R78[Revisar a checklist] R78 --> R79[Revisar a checklist] R79 --> R80[Revisar a checklist] R80 --> R81[Revisar a checklist] R81 --> R82[Revisar a checklist] R82 --> R83[Revisar a checklist] R83 --> R84[Revisar a checklist] R84 --> R85[Revisar a checklist] R85 --> R86[Revisar a checklist] R86 --> R87[Revisar a checklist] R87 --> R88[Revisar a checklist] R88 --> R89[Revisar a checklist] R89 --> R90[Revisar a checklist] R90 --> R91[Revisar a checklist] R91 --> R92[Revisar a checklist] R92 --> R93[Revisar a checklist] R93 --> R94[Revisar a checklist] R94 --> R95[Revisar a checklist] R95 --> R96[Revisar a checklist] R96 --> R97[Revisar a checklist] R97 --> R98[Revisar a checklist] R98 --> R99[Revisar a checklist] R99 --> R100[Revisar a checklist] R100 --> R101[Revisar a checklist] R101 --> R102[Revisar a checklist] R102 --> R103[Revisar a checklist] R103 --> R104[Revisar a checklist] R104 --> R105[Revisar a checklist] R105 --> R106[Revisar a checklist] R106 --> R107[Revisar a checklist] R107 --> R108[Revisar a checklist] R108 --> R109[Revisar a checklist] R109 --> R110[Revisar a checklist] R110 --> R111[Revisar a checklist] R111 --> R112[Revisar a checklist] R112 --> R113[Revisar a checklist] R113 --> R114[Revisar a checklist] R114 --> R115[Revisar a checklist] R115 --> R116[Revisar a checklist] R116 --> R117[Revisar a checklist] R117 --> R118[Revisar a checklist] R118 --> R119[Revisar a checklist] R119 --> R120[Revisar a checklist] R120 --> R121[Revisar a checklist] R121 --> R122[Revisar a checklist] R122 --> R123[Revisar a checklist] R123 --> R124[Revisar a checklist] R124 --> R125[Revisar a checklist] R125 --> R126[Revisar a checklist] R126 --> R127[Revisar a checklist] R127 --> R128[Revisar a checklist] R128 --> R129[Revisar a checklist] R129 --> R130[Revisar a checklist] R130 --> R131[Revisar a checklist] R131 --> R132[Revisar a checklist] R132 --> R133[Revisar a checklist] R133 --> R134[Revisar a checklist] R134 --> R135[Revisar a checklist] R135 --> R136[Revisar a checklist] R136 --> R137[Revisar a checklist] R137 --> R138[Revisar a checklist] R138 --> R139[Revisar a checklist] R139 --> R140[Revisar a checklist] R140 --> R141[Revisar a checklist] R141 --> R142[Revisar a checklist] R142 --> R143[Revisar a checklist] R143 --> R144[Revisar a checklist] R144 --> R145[Revisar a checklist] R145 --> R146[Revisar a checklist] R146 --> R147[Revisar a checklist] R147 --> R148[Revisar a checklist] R148 --> R149[Revisar a checklist] R149 --> R150[Revisar a checklist] R150 --> R151[Revisar a checklist] R151 --> R152[Revisar a checklist] R152 --> R153[Revisar a checklist] R153 --> R154[Revisar a checklist] R154 --> R155[Revisar a checklist] R155 --> R156[Revisar a checklist] R156 --> R157[Revisar a checklist] R157 --> R158[Revisar a checklist] R158 --> R159[Revisar a checklist] R159 --> R160[Revisar a checklist] R160 --> R161[Revisar a checklist] R161 --> R162[Revisar a checklist] R162 --> R163[Revisar a checklist] R163 --> R164[Revisar a checklist] R164 --> R165[Revisar a checklist] R165 --> R166[Revisar a checklist] R166 --> R167[Revisar a checklist] R167 --> R168[Revisar a checklist] R168 --> R169[Revisar a checklist] R169 --> R170[Revisar a checklist] R170 --> R171[Revisar a checklist] R171 --> R172[Revisar a checklist] R172 --> R173[Revisar a checklist] R173 --> R174[Revisar a checklist] R174 --> R175[Revisar a checklist] R175 --> R176[Revisar a checklist] R176 --> R177[Revisar a checklist] R177 --> R178[Revisar a checklist] R178 --> R179[Revisar a checklist] R179 --> R180[Revisar a checklist] R180 --> R181[Revisar a checklist] R181 --> R182[Revisar a checklist] R182 --> R183[Revisar a checklist] R183 --> R184[Revisar a checklist] R184 --> R185[Revisar a checklist] R185 --> R186[Revisar a checklist] R186 --> R187[Revisar a checklist] R187 --> R188[Revisar a checklist] R188 --> R189[Revisar a checklist] R189 --> R190[Revisar a checklist] R190 --> R191[Revisar a checklist] R191 --> R192[Revisar a checklist] R192 --> R193[Revisar a checklist] R193 --> R194[Revisar a checklist] R194 --> R195[Revisar a checklist] R195 --> R196[Revisar a checklist] R196 --> R197[Revisar a checklist] R197 --> R198[Revisar a checklist] R198 --> R199[Revisar a checklist] R199 --> R200[Revisar a checklist] R200 --> R201[Revisar a checklist] R201 --> R202[Revisar a checklist] R202 --> R203[Revisar a checklist] R203 --> R204[Revisar a checklist] R204 --> R205[Revisar a checklist] R205 --> R206[Revisar a checklist] R206 --> R207[Revisar a checklist] R207 --> R208[Revisar a checklist] R208 --> R209[Revisar a checklist] R209 --> R210[Revisar a checklist] R210 --> R211[Revisar a checklist] R211 --> R212[Revisar a checklist] R212 --> R213[Revisar a checklist] R213 --> R214[Revisar a checklist] R214 --> R215[Revisar a checklist] R215 --> R216[Revisar a checklist] R216 --> R217[Revisar a checklist] R217 --> R218[Revisar a checklist] R218 --> R219[Revisar a checklist] R219 --> R220[Revisar a checklist] R220 --> R221[Revisar a checklist] R221 --> R222[Revisar a checklist] R222 --> R223[Revisar a checklist] R223 --> R224[Revisar a checklist] R224 --> R225[Revisar a checklist] R225 --> R226[Revisar a checklist] R226 --> R227[Revisar a checklist] R227 --> R228[Revisar a checklist] R228 --> R229[Revisar a checklist] R229 --> R230[Revisar a checklist] R230 --> R231[Revisar a checklist] R231 --> R232[Revisar a checklist] R232 --> R233[Revisar a checklist] R233 --> R234[Revisar a checklist] R234 --> R235[Revisar a checklist] R235 --> R236[Revisar a checklist] R236 --> R237[Revisar a checklist] R237 --> R238[Revisar a checklist] R238 --> R239[Revisar a checklist] R239 --> R240[Revisar a checklist] R240 --> R241[Revisar a checklist] R241 --> R242[Revisar a checklist] R242 --> R243[Revisar a checklist] R243 --> R244[Revisar a checklist] R244 --> R245[Revisar a checklist] R245 --> R246[Revisar a checklist] R246 --> R247[Revisar a checklist] R247 --> R248[Revisar a checklist] R248 --> R249[Revisar a checklist] R249 --> R250[Revisar a checklist] R250 --> R251[Revisar a checklist] R251 --> R252[Revisar a checklist] R252 --> R253[Revisar a checklist] R253 --> R254[Revisar a checklist] R254 --> R255[Revisar a checklist] R255 --> R256[Revisar a checklist] R256 --> R257[Revisar a checklist] R257 --> R258[Revisar a checklist] R258 --> R259[Revisar a checklist] R259 --> R260[Revisar a checklist] R260 --> R261[Revisar a checklist] R261 --> R262[Revisar a checklist] R262 --> R263[Revisar a checklist] R263 --> R264[Revisar a checklist] R264 --> R265[Revisar a checklist] R265 --> R266[Revisar a checklist] R266 --> R267[Revisar a checklist] R267 --> R268[Revisar a checklist] R268 --> R269[Revisar a checklist] R269 --> R270[Revisar a checklist] R270 --> R271[Revisar a checklist] R271 --> R272[Revisar a checklist] R272 --> R273[Revisar a checklist] R273 --> R274[Revisar a checklist] R274 --> R275[Revisar a checklist] R275 --> R276[Revisar a checklist] R276 --> R277[Revisar a checklist] R277 --> R278[Revisar a checklist] R278 --> R279[Revisar a checklist] R279 --> R280[Revisar a checklist] R280 --> R281[Revisar a checklist] R281 --> R282[Revisar a checklist] R282 --> R283[Revisar a checklist] R283 --> R284[Revisar a checklist] R284 --> R285[Revisar a checklist] R285 --> R286[Revisar a checklist] R286 --> R287[Revisar a checklist] R287 --> R288[Revisar a checklist] R288 --> R289[Revisar a checklist] R289 --> R290[Revisar a checklist] R290 --> R291[Revisar a checklist] R291 --> R292[Revisar a checklist] R292 --> R293[Revisar a checklist] R293 --> R294[Revisar a checklist] R294 --> R295[Revisar a checklist] R295 --> R296[Revisar a checklist] R296 --> R297[Revisar a checklist] R297 --> R298[Revisar a checklist] R298 --> R299[Revisar a checklist] R299 --> R300[Revisar a checklist] R300 --> R301[Revisar a checklist] R301 --> R302[Revisar a checklist] R302 --> R303[Revisar a checklist] R303 --> R304[Revisar a checklist] R304 --> R305[Revisar a checklist] R305 --> R306[Revisar a checklist] R306 --> R307[Revisar a checklist] R307 --> R308[Revisar a checklist] R308 --> R309[Revisar a checklist] R309 --> R310[Revisar a checklist] R310 --> R311[Revisar a checklist] R311 --> R312[Revisar a checklist] R312 --> R313[Revisar a checklist] R313 --> R314[Revisar a checklist] R314 --> R315[Revisar a checklist] R315 --> R316[Revisar a checklist] R316 --> R317[Revisar a checklist] R317 --> R318[Revisar a checklist] R318 --> R319[Revisar a checklist] R319 --> R320[Revisar a checklist] R320 --> R321[Revisar a checklist] R321 --> R322[Revisar a checklist] R322 --> R323[Revisar a checklist] R323 --> R324[Revisar a checklist] R324 --> R325[Revisar a checklist] R325 --> R326[Revisar a checklist] R326 --> R327[Revisar a checklist] R327 --> R328[Revisar a checklist] R328 --> R329[Revisar a checklist] R329 --> R330[Revisar a checklist] R330 --> R331[Revisar a checklist] R331 --> R332[Revisar a checklist] R332 --> R333[Revisar a checklist] R333 --> R334[Revisar a checklist] R334 --> R335[Revisar a checklist] R335 --> R336[Revisar a checklist] R336 --> R337[Revisar a checklist] R337 --> R338[Revisar a checklist] R338 --> R339[Revisar a checklist] R339 --> R340[Revisar a checklist] R340 --> R341[Revisar a checklist] R341 --> R342[Revisar a checklist] R342 --> R343[Revisar a checklist] R343 --> R344[Revisar a checklist] R344 --> R345[Revisar a checklist] R345 --> R346[Revisar a checklist] R346 --> R347[Revisar a checklist] R347 --> R348[Revisar a checklist] R348 --> R349[Revisar a checklist] R349 --> R350[Revisar a checklist] R350 --> R351[Revisar a checklist] R351 --> R352[Revisar a checklist] R352 --> R353[Revisar a checklist] R353 --> R354[Revisar a checklist] R354 --> R355[Revisar a checklist] R355 --> R356[Revisar a checklist] R356 --> R357[Revisar a checklist] R357 --> R358[Revisar a checklist] R358 --> R359[Revisar a checklist] R359 --> R360[Revisar a checklist] R360 --> R361[Revisar a checklist] R361 --> R362[Revisar a checklist] R362 --> R363[Revisar a checklist] R363 --> R364[Revisar a checklist] R364 --> R365[Revisar a checklist] R365 --> R366[Revisar a checklist] R366 --> R367[Revisar a checklist] R367 --> R368[Revisar a checklist] R368 --> R369[Revisar a checklist] R369 --> R370[Revisar a checklist] R370 --> R371[Revisar a checklist] R371 --> R372[Revisar a checklist] R372 --> R373[Revisar a checklist] R373 --> R374[Revisar a checklist] R374 --> R375[Revisar a checklist] R375 --> R376[Revisar a checklist] R376 --> R377[Revisar a checklist] R377 --> R378[Revisar a checklist] R378 --> R379[Revisar a checklist] R379 --> R380[Revisar a checklist] R380 --> R381[Revisar a checklist] R381 --> R382[Revisar a checklist] R382 --> R383[Revisar a checklist] R383 --> R384[Revisar a checklist] R384 --> R385[Revisar a checklist] R385 --> R386[Revisar a checklist] R386 --> R387[Revisar a checklist] R387 --> R388[Revisar a checklist] R388 --> R389[Revisar a checklist] R389 --> R390[Revisar a checklist] R390 --> R391[Revisar a checklist] R391 --> R392[Revisar a checklist] R392 --> R393[Revisar a checklist] R393 --> R394[Revisar a checklist] R394 --> R395[Revisar a checklist] R395 --> R396[Revisar a checklist] R396 --> R397[Revisar a checklist] R397 --> R398[Revisar a checklist] R398 --> R399[Revisar a checklist] R399 --> R400[Revisar a checklist] R400 --> R401[Revisar a checklist] R401 --> R402[Revisar a checklist] R402 --> R403[Revisar a checklist] R403 --> R404[Revisar a checklist] R404 --> R405[Revisar a checklist] R405 --> R406[Revisar a checklist] R406 --> R407[Revisar a checklist] R407 --> R408[Revisar a checklist] R408 --> R409[Revisar a checklist] R409 --> R410[Revisar a checklist] R410 --> R411[Revisar a checklist] R411 --> R412[Revisar a checklist] R412 --> R413[Revisar a checklist] R413 --> R414[Revisar a checklist] R414 --> R415[Revisar a checklist] R415 --> R416[Revisar a checklist] R416 --> R417[Revisar a checklist] R417 --> R418[Revisar a checklist] R418 --> R419[Revisar a checklist] R419 --> R420[Revisar a checklist] R420 --> R421[Revisar a checklist] R421 --> R422[Revisar a checklist] R422 --> R423[Revisar a checklist] R423 --> R424[Revisar a checklist] R424 --> R425[Revisar a checklist] R425 --> R426[Revisar a checklist] R426 --> R427[Revisar a checklist] R427 --> R428[Revisar a checklist] R428 --> R429[Revisar a checklist] R429 --> R430[Revisar a checklist] R430 --> R431[Revisar a checklist] R431 --> R432[Revisar a checklist] R432 --> R433[Revisar a checklist] R433 --> R434[Revisar a checklist] R434 --> R435[Revisar a checklist] R435 --> R436[Revisar a checklist] R436 --> R437[Revisar a checklist] R437 --> R438[Revisar a checklist] R438 --> R439[Revisar a checklist] R439 --> R440[Revisar a checklist] R440 --> R441[Revisar a checklist] R441 --> R442[Revisar a checklist] R442 --> R443[Revisar a checklist] R443 --> R444[Revisar a checklist] R444 --> R445[Revisar a checklist] R445 --> R446[Revisar a checklist] R446 --> R447[Revisar a checklist] R447 --> R448[Revisar a checklist] R448 --> R449[Revisar a checklist] R449 --> R450[Revisar a checklist] R450 --> R451[Revisar a checklist] R451 --> R452[Revisar a checklist] R452 --> R453[Revisar a checklist] R453 --> R454[Revisar a checklist] R454 --> R455[Revisar a checklist] R455 --> R456[Revisar a checklist] R456 --> R457[Revisar a checklist] R457 --> R458[Revisar a checklist] R458 --> R459[Revisar a checklist] R459 --> R460[Revisar a checklist] R460 --> R461[Revisar a checklist] R461 --> R462[Revisar a checklist] R462 --> R463[Revisar a checklist] R463 --> R464[Revisar a checklist] R464 --> R465[Revisar a checklist] R465 --> R466[Revisar a checklist] R466 --> R467[Revisar a checklist] R467 --> R468[Revisar a checklist] R468 --> R469[Revisar a checklist] R469 --> R470[Revisar a checklist] R470 --> R471[Revisar a checklist] R471 --> R472[Revisar a checklist] R472 --> R473[Revisar a checklist] R473 --> R474[Revisar a checklist] R474 --> R475[Revisar a checklist] R475 --> R476[Revisar a checklist] R476 --> R477[Revisar a checklist] R477 --> R478[Revisar a checklist] R478 --> R479[Revisar a checklist] R479 --> R480[Revisar a checklist] R480 --> R481[Revisar a checklist] R481 --> R482[Revisar a checklist] R482 --> R483[Revisar a checklist] R483 --> R484[Revisar a checklist] R484 --> R485[Revisar a checklist] R485 --> R486[Revisar a checklist] R486 --> R487[Revisar a checklist] R487 --> R488[Revisar a checklist] R488 --> R489[Revisar a checklist] R489 --> R490[Revisar a checklist] R490 --> R491[Revisar a checklist] R491 --> R492[Revisar a checklist] R492 --> R493[Revisar a checklist] R493 --> R494[Revisar a checklist] R494 --> R495[Revisar a checklist] R495 --> R496[Revisar a checklist] R496 --> R497[Revisar a checklist] R497 --> R498[Revisar a checklist] R498 --> R499[Revisar a checklist] R499 --> R500[Revisar a checklist] R500 --> R501[Revisar a checklist] R501 --> R502[Revisar a checklist] R502 --> R503[Revisar a checklist] R503 --> R504[Revisar a checklist] R504 --> R505[Revisar a checklist] R505 --> R506[Revisar a checklist] R506 --> R507[Revisar a checklist] R507 --> R508[Revisar a checklist] R508 --> R509[Revisar a checklist] R509 --> R510[Revisar a checklist] R510 --> R511[Revisar a checklist] R511 --> R512[Revisar a checklist] R512 --> R513[Revisar a checklist] R513 --> R514[Revisar a checklist] R514 --> R515[Revisar a checklist] R515 --> R516[Revisar a checklist] R516 --> R517[Revisar a checklist] R517 --> R518[Revisar a checklist] R518 --> R519[Revisar a checklist] R519 --> R520[Revisar a checklist] R520 --> R521[Revisar a checklist] R521 --> R522[Revisar a checklist] R522 --> R523[Revisar a checklist] R523 --> R524[Revisar a checklist] R524 --> R525[Revisar a checklist] R525 --> R526[Revisar a checklist] R526 --> R527[Revisar a checklist] R527 --> R528[Revisar a checklist] R528 --> R529[Revisar a checklist] R529 --> R530[Revisar a checklist] R530 --> R531[Revisar a checklist] R531 --> R532[Revisar a checklist] R532 --> R533[Revisar a checklist] R533 --> R534[Revisar a checklist] R534 --> R535[Revisar a checklist] R535 --> R536[Revisar a checklist] R536 --> R537[Revisar a checklist] R537 --> R538[Revisar a checklist] R538 --> R539[Revisar a checklist] R539 --> R540[Revisar a checklist] R540 --> R541[Revisar a checklist] R541 --> R542[Revisar a checklist] R542 --> R543[Revisar a checklist] R543 --> R544[Revisar a checklist] R544 --> R545[Revisar a checklist] R545 --> R546[Revisar a checklist] R546 --> R547[Revisar a checklist] R547 --> R548[Revisar a checklist] R548 --> R549[Revisar a checklist] R549 --> R550[Revisar a checklist] R550 --> R551[Revisar a checklist] R551 --> R552[Revisar a checklist] R552 --> R553[Revisar a checklist] R553 --> R554[Revisar a checklist] R554 --> R555[Revisar a checklist] R555 --> R556[Revisar a checklist] R556 --> R557[Revisar a checklist] R557 --> R558[Revisar a checklist] R558 --> R559[Revisar a checklist] R559 --> R560[Revisar a checklist] R560 --> R561[Revisar a checklist] R561 --> R562[Revisar a checklist] R562 --> R563[Revisar a checklist] R563 --> R564[Revisar a checklist] R564 --> R565[Revisar a checklist] R565 --> R566[Revisar a checklist] R566 --> R567[Revisar a checklist] R567 --> R568[Revisar a checklist] R568 --> R569[Revisar a checklist] R569 --> R570[Revisar a checklist] R570 --> R571[Revisar a checklist] R571 --> R572[Revisar a checklist] R572 --> R573[Revisar a checklist] R573 --> R574[Revisar a checklist] R574 --> R575[Revisar a checklist] R575 --> R576[Revisar a checklist] R576 --> R577[Revisar a checklist] R577 --> R578[Revisar a checklist] R578 --> R57</pre>									

4. Control de la toma de muestras (Figura 102: Control de la toma de muestras):

Sistema de Control del Proceso			Toma de Muestras		
Descripción del proceso : Toma de Muestras		Objetivo del proceso : Asegurar el control de los fluidos en máquinas y equipos de los talleres.	Nivel de Rendimiento Sigma Actual: (0) Ninguno		
Cliente del proceso: Taller de la División de Soporte al Producto		Requisitos determinantes del cliente: Los fluidos deben permanecer bajo estándares controlados.	Indicadores de salida / resultados : P1 , P2, P3, P4, P5.		
Diagrama de Flujo del Proceso			Comprobación		
Supervisor de Mantenimiento	Técnico de Mantenimiento	Proveedor	Supervisor de Mantenimiento	Auxiliar de Mantenimiento	
Indicadores			Límites de Control	Frecuencia	Responsable
			<p>P0: 0</p> <p>P1: 1 - 2</p> <p>P2: 5 - 7</p> <p>P3/P4: No existe control, solo es un registro con el cual se debe de contar.</p> <p>P5: 0 - 2</p>	SECOMPROBARASEMANALMENTE	<p>Supervisor de Mantenimiento</p> <p>Supervisor de Mantenimiento</p> <p>Supervisor de Mantenimiento</p> <p>Auxiliar de Mantenimiento</p> <p>Auxiliar de Mantenimiento</p> <p>Supervisor de Mantenimiento</p>
Medidas a tomar			Varios		
<p>Revisar con programación la coordinación de trabajos</p> <p>Revisar tiempos con laboratorios internos y externos.</p> <p>Revisar actividades de máquinas y equipos con producción.</p> <p>Reforzar con personal técnico el llenado de la información.</p>					

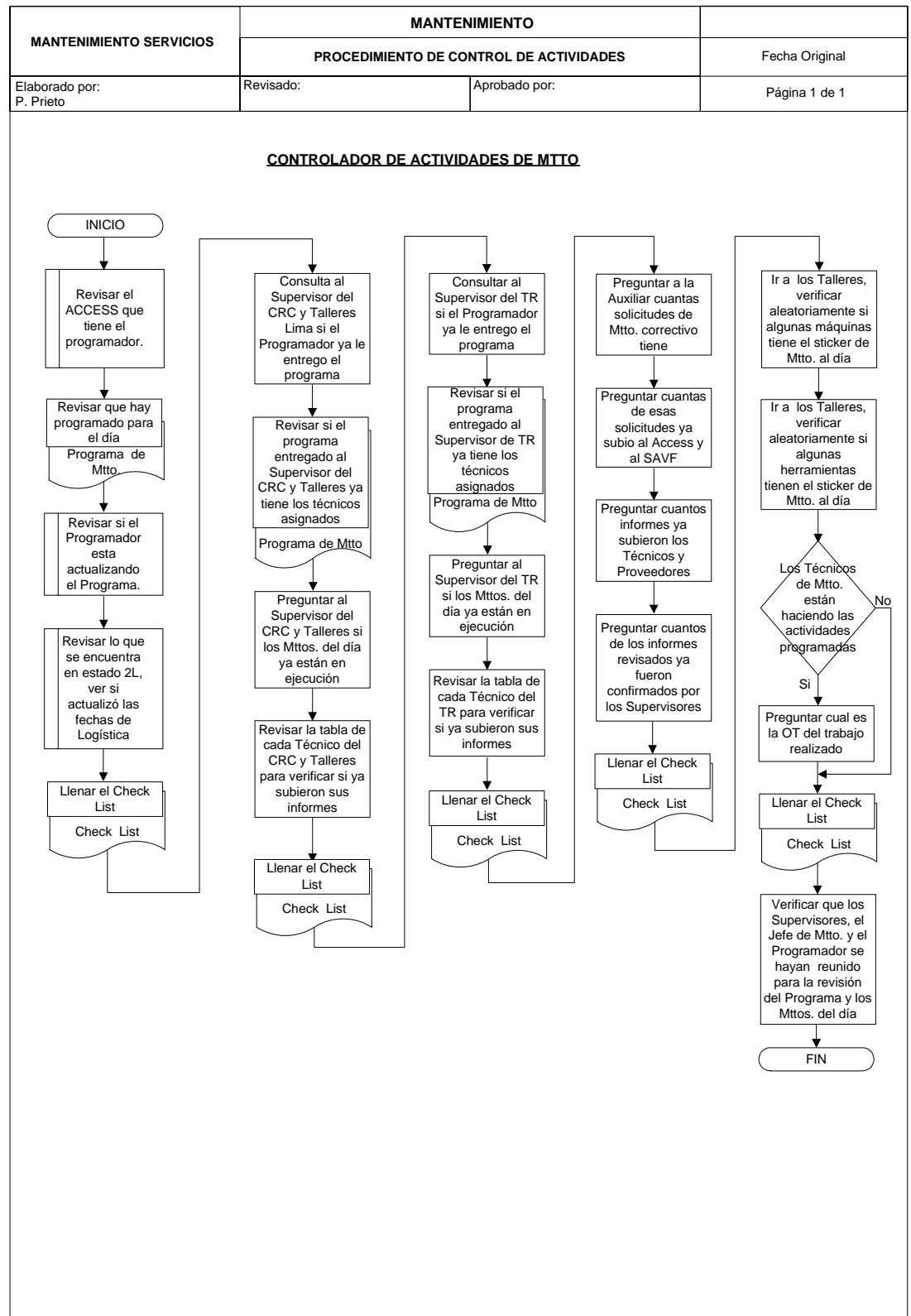
I.4. Procedimiento para el control de los procesos:

Una vez definido el sistema de control de procesos, se procede a diseñar un procedimiento para control de indicadores (en temas puntuales), el mismo se puede realizar diariamente o de manera interdiaria, obteniendo así indicadores que nos puedan permitir mejorar los mencionados en el punto I.3. La herramienta principal de este proceso es el Check List mostrado a continuación:

Tabla 22: Checklist control de procesos de mantenimiento.

Responsable	Check List	CUMPLIMIENTO	
		SI	NO
PROGRAMADOR	Incidencias ° Están actualizadas las fechas POR en el ACCESS del Programador ° Seguimiento a logística actualizado TR ° Seguimiento a logística actualizado CRC ° Seguimiento a logística actualizado Talleres Lima ° Actualizo programa TR ° Actualizo programa Talleres Lima ° Actualizo programa CRC ° Esta listo el programa del día ° Entrego Programa a Sup. de Talleres Lima y CRC ° Entrego Programa a Sup. de TR		
SUPERVISOR TALLERES LIMA	° El programa ya tiene los Técnicos asignados ° Los mantenimientos del día ya están en ejecución ° Revisa la tabla de los Técnicos, ver si ya subieron sus informes ° Aprobó los informes de Mto. subidos por los Técnicos		
SUPERVISOR TALLER DE RECUPERACIONES	° El programa ya tiene los Técnicos asignados ° Los mantenimientos del día ya están en ejecución ° Revisa la tabla de los Técnicos, ver si ya subieron sus informes ° Aprobó los informes de Mto. subidos por los Técnicos		
AUXILIAR MITTO	° Tiene solicitudes de Mitto. Correctivo ° Subió las solicitudes al ACCESS ° Los Técnicos de Talleres Lima han subido sus informes ° Los Técnicos del TR han subido sus informes ° Los informes subidos ya fueron aprobados por el Supervisor de Talleres Lima ° Los informes subidos ya fueron aprobados por el Supervisor del TR		
TALLERES	° Las máquinas (aleatoriamente) del CRC tiene sus stickers de Mto al día ° Las máquinas (aleatoriamente) del TR tiene sus stickers de Mto al día ° Las máquinas (aleatoriamente) de Talleres Lima tiene sus stickers de Mto al día ° Las herramientas (aleatoriamente) del CRC tiene sus stickers de Mto al día ° Las herramientas (aleatoriamente) del TR tiene sus stickers de Mto al día ° Las herramientas (aleatoriamente) de Talleres Lima tiene sus stickers de Mto al día ° Los Técnicos de Talleres Lima están realizando sus trabajos asignados. ° Los Técnicos del TR están realizando sus trabajos asignados. ° Los Técnicos del CRC están realizando sus trabajos asignados.		
PROGRAMADOR, SUPERVISORES, AUXILIAR	° Se reunieron los Supervisores, Programador y Auxiliar para la revisión del programa y de los Mitto del día		

El procedimiento que se sigue, es el que se presenta a continuación (Figura 104: Procedimiento control de procesos de mantenimiento)

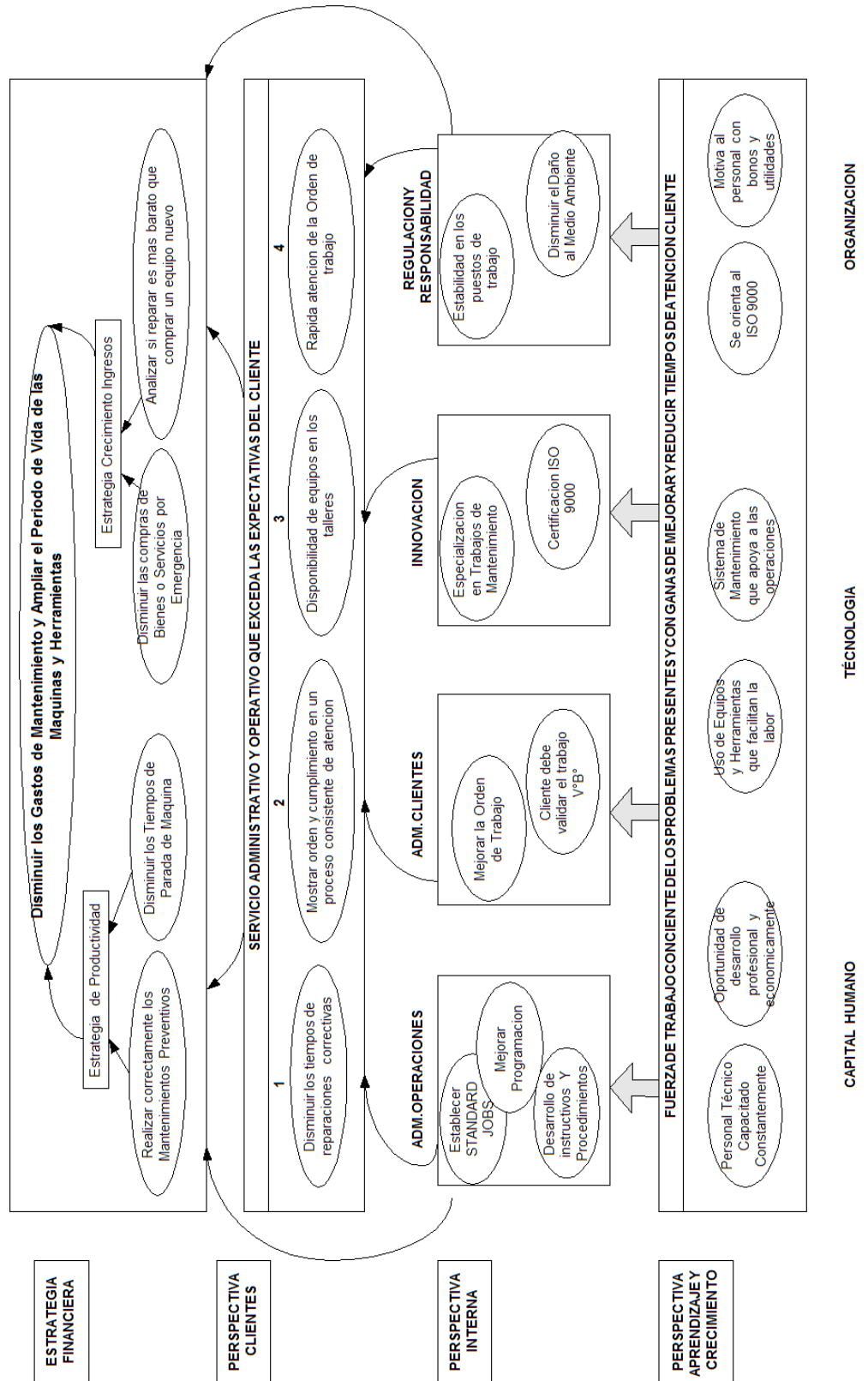


I.5. Elaboración de un tablero de mando para el área de mantenimiento:

Una vez encontrado nuestro control semanal e íter diario, procedemos buscar los indicadores que estaríamos presentando a la gerencia respecto a nuestro desarrollo en el área. En la presente tesis se muestra un tablero de mando que establece los indicadores que pueden alinearse con lo encomendado por la gerencia:

Figura 105: Tablero de mando del área de mantenimiento.

LIDERAZGO DEL SERVICIO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES:

1. Es posible optimizar procesos usando como referencia una metodología y habiendo vivido el proceso tanto en la parte administrativa como en la parte operativa.
2. En las dos primeras etapas de la metodología hemos identificado diferentes problemas y posibles ganancias rápidas, pero el alcance de un proyecto six sigma es mejorar aquello que no esta a nuestra simple vista; por lo tanto con las ganancias rápidas no termina el proyecto.
3. Se espera que con este proyecto tengamos un incremento de más de \$50,000 anuales en los ingresos de la división.
4. El nuevo proceso de control establecido para el área de mantenimiento, permitirán en el futuro a la Gerencia obtener información de mejor calidad y de forma más rápida, a la vez que reduce la incertidumbre y el riesgo asociado con la toma de decisiones gerenciales.
5. El Six Sigma es un enfoque adaptado de la original metodología de Deming para la mejora de procesos, PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar); la diferencia principal radica en que la primera parte de la metodología DMAMC, ya que ésta divide el proceso de Planear de PHVA en tres puntos más específicos (Definir, Medir, Analizar), lo cual permite tener una mejor perspectiva del proceso y de las variables importantes del mismo, partiendo del siempre importante enfoque en el cliente.

6. En la etapa de medir es importante recalcar que se debe de recopilar la información de la manera más verídica, para esto es recomendable adoptar una postura de colaboración con el personal involucrado a fin de obtener el mayor apoyo y compromiso posible.
7. Adicional al punto anterior es muy importante el compromiso de la gerencia de división a fin de estimular y al mismo tiempo comprometer al personal involucrado.
8. El potencial de la filosofía Six Sigma para la mejora de procesos es muy grande, debido a que, durante los últimos años, diferentes sistemas de gestión de calidad se han enfocado en el piso de producción de las diferentes empresas; se cree que las mayores oportunidades de mejora se encuentran en el área de servicios, por lo tanto es ésta la que representa un mayor potencial para obtener mejoras exponenciales en el rendimiento, pues, después de todo, poco servirá tener el mejor producto si los sistemas de recolección de cuentas, entrega, reclutamiento, etc., son malos. Es por ello que la presente Tesis se realice en la división de soporte al producto de una empresa de venta de bienes de capital.
9. Implementando este proyecto six sigma podremos recuperar un 40% de las horas productivas del personal, las cuales eran invertidas en actividades que no le correspondían al área de mantenimiento de planta.
10. Una vez implementadas las mejoras de la presente Tesis se puede proceder a la capacitación y especialización del personal técnico del área.

11.El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener un trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

II. RECOMENDACIONES:

1. Busquemos optimizar todo lo que hagamos en nuestro entorno laboral, un proceso por mas sencillo que pueda parecer debe de poder mejorarse.
2. El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.
3. Posterior a todo proyecto Six Sigma es recomendable que la Gerencia vigile constantemente los indicadores de control para ejercer presión sobre los involucrados, a fin de que los cambios persistan en el tiempo.
4. La metodología DMAMC de Seis Sigma puede ser utilizada para la mejora de muchos procesos comerciales principales y habilitadores, por lo que se recomienda continuar con la generación de ideas de nuevos proyectos para que sean desarrollados dentro de la empresa.
5. Utilizar los principios de la metodología DMAMC para mejorar el proceso de toma de decisiones en todos los niveles de la empresa, con el objeto de que las decisiones sean guiadas por hechos y datos.
6. Mantener el enfoque en el cliente es una de las ventajas principales de la metodología de Six Sigma, ya que la calidad es determinada por el mercado, mediante la "Voz del Cliente"; es este enfoque lo que permite utilizar la metodología Six Sigma en nuevas alternativas de proyectos

especialmente en lo referente a introducción de nuevos productos, o incremento en ventas y participación de mercado; por lo que se recomienda buscar oportunidades en dichas áreas.

7. Al iniciar la presente TESIS, la división de soporte al producto no contaba con ningún registro de los trabajos de mantenimiento. Terminada esta tesis se recomienda que se siga recopilando la información y que se busquen nuevos indicadores que nos muestren el comportamiento del área.
8. Se recomienda a todos los Ingenieros Industriales que busquen seguir una metodología que los guíe en su búsqueda de la optimización de procesos, tratemos de utilizar todas las herramientas que tengamos a disposición.

BIBLIOGRAFIA

- Collantes Bohórquez; Jaime. “Capítulo 1: Gestión de Mantenimiento – Auditoria de Mantenimiento”. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Collantes Bohórquez; Jaime “Capítulo 1: Gestión de Mantenimiento – Ciclo de Vida de los Equipos”. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Collantes Bohórquez; Jaime. “Capítulo 2: Diseño del Plan de Mantenimiento – Datos de Entrada”. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gonzales Briones; Carol del Pilar . “Modelo De Análisis y Evaluación De Riesgos En El Trabajo Para Una Empresa Textil” (2003). Lima – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- “Guía de Minitab 14”. Escuela Superior de Ingenieros de San Sebastián – Universidad de Navarra.
- Gutiérrez Mota; Luis Alejandro “La metodología Seis Sigma aplicada a las áreas de tecnologías de información”. México. Universidad Iberoamericana.
- Hernando Olarte; Rigoberto, Alma Isabel Roncado. “Mantenimiento Industrial”. Universidad Santo Tomas de Aquino – Facultad de Ingeniería Mecatronica. www.monografias.com.

- Herrera García; Isabel Mercedes. “Diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para una empresa de transformación de vidrio” (1992). Lima – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- “Introduction to Minitab Version 13”. The National Graduate School of Quality Management.
- Jeri; Leoncio “Administración de la Calidad y Seis Sigma”. Lima – Perú. Universidad Agraria La Molina.
- Larrabure de las Casas; Miguel Fernando. “Diagnostico del Mantenimiento en la empresa Maquinaria Pesada S.A” (2005). Lima – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial – Universidad de Lima.
- Leal Trangay; Rodrigo Emilio. “Aplicación de la metodología DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) de Seis Sigma para la mejora del retorno sobre activos de la flota de renta de maquinaria pesada” (2005). Guatemala. Facultad de Ingeniería Mecánica Industrial – Universidad de San Carlos de Guatemala.
- León Lefcovich; Mauricio “Seis Sigma – hacia un nuevo paradigma en gestión” Argentina. www.monografias.com.
- “Meet Minitab 15” (2007). Minitab Inc.
- Molina; Jose. “Mantenimiento y Seguridad Industrial” Maracay – Venezuela. www.monografias.com
- Shigyo Ortiz; Carlos. “Guía para formulación de Tesis y Proyectos”. Lima – Perú.

- Song; Ilyoun, Choonyup Park. "An Application of the Balanced Score Card Model for Evaluation of Technology for Commercialization". Korea. Korea Technology Transfer Center.
- <http://www.motorola.com/motorolauniversity.jsp>